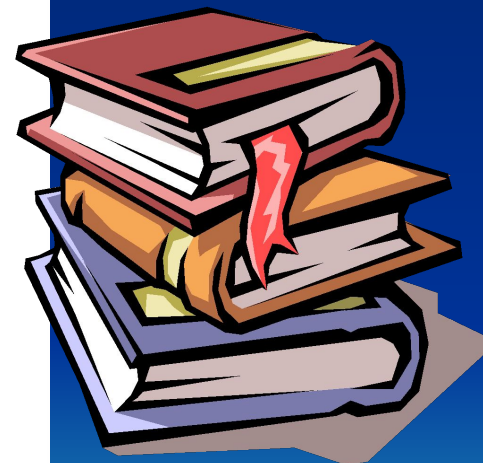


Литература



В.П.Савиных, В.Я.Цветков

ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ



Москва
Картгеоцентр - Геодезиздат
2001

ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ОСНОВЫ

Майкл Н. ДеМерс

Государственный университет Нью-Мексико

Издательство Дата+
Москва 1999

Leica
geomatics

Концепция ГИС

$$S : X_i \rightarrow Y_i$$

Справка: Многоуровневая стратифицированная система - макроскопически неоднородная система, состоящая из различных по свойствам частей, разграниченных поверхностями раздела.

$$\xrightarrow{X_1} [S_1 : x_i^1 \otimes E_1 \otimes W_1 \rightarrow y_i^1] \xrightarrow{Y_1}$$

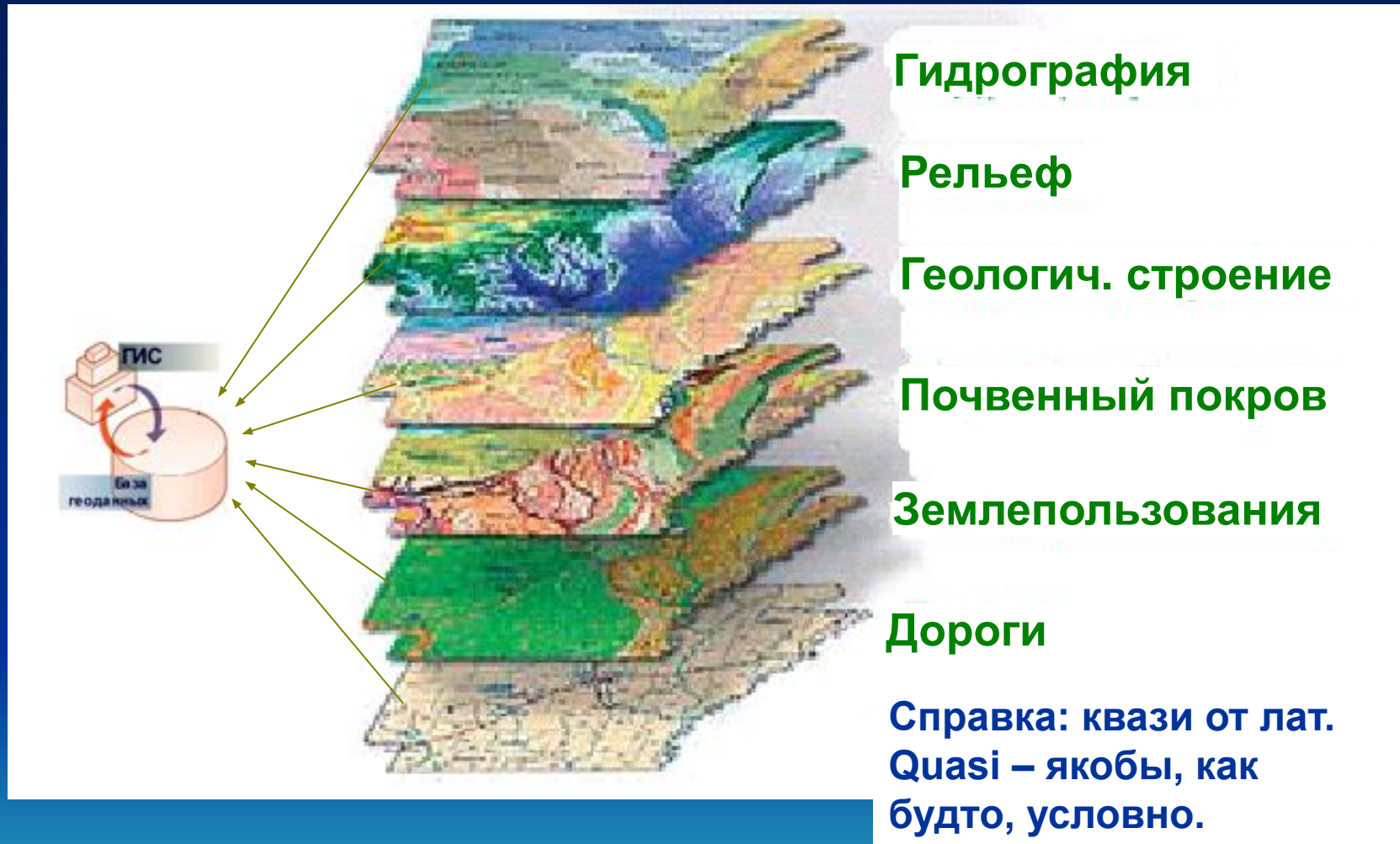
Справка: (от лат. stratum - слой) - слои - уровни, определяемые по совокупности сходных признаков. 2

$$\xrightarrow{X_2} [S_2 : x_i^2 \otimes E_2 \otimes W_2 \rightarrow y_i^2] \xrightarrow{Y_2}$$

.....

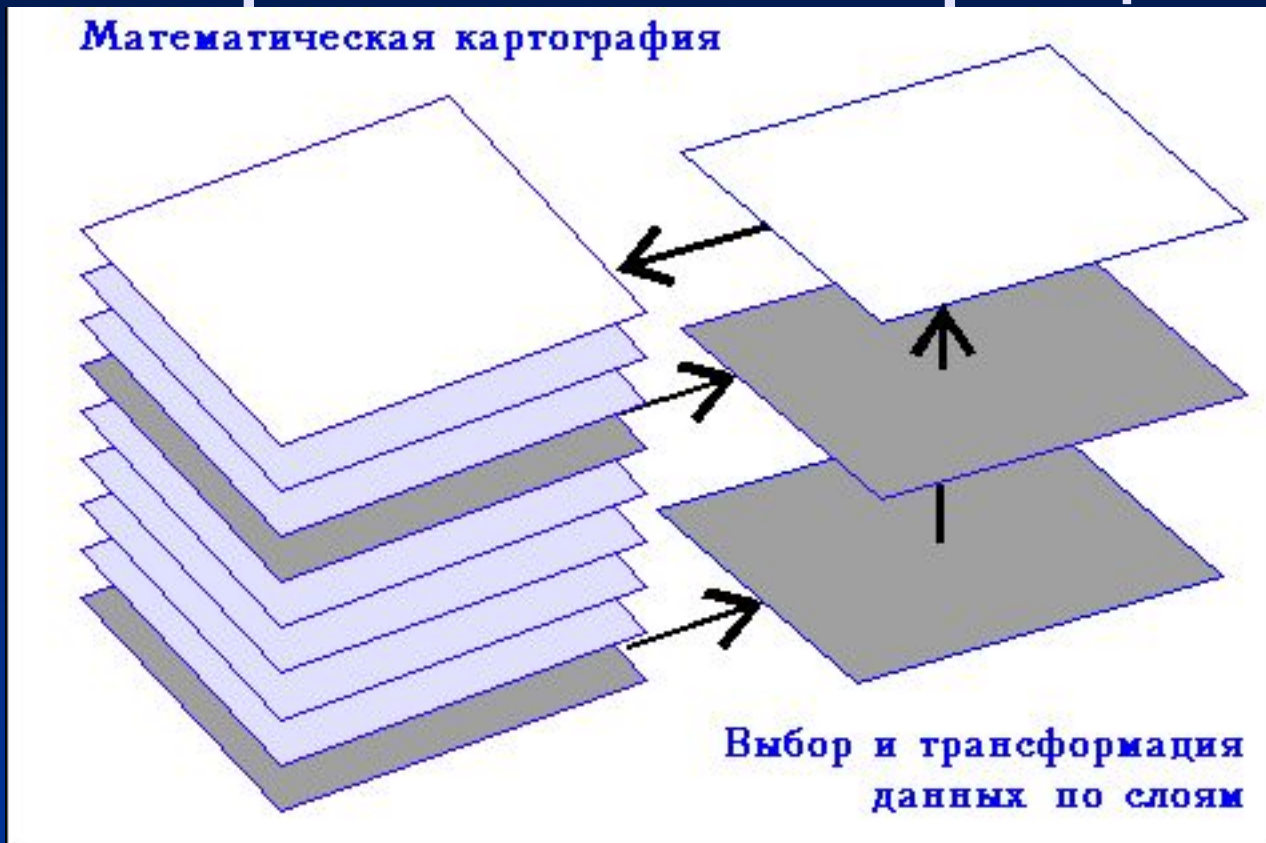
$$\xrightarrow{X_{n1}} [S_n : x_i^n \otimes E_n \otimes W_n \rightarrow y_i^n] \xrightarrow{Y_n}$$

Интерпретация концепции ГИС



Визуализация геоинформационных данных

Оверлейные операции



Оверлей (overlay) - операция наложения друг на друга двух или более слоев, в результате которой образуется графическая композиция, или графический оверлей исходных слоев (graphic overlay) или один производный слой, содержащий композицию пространственных объектов исходных слоев

Запрещенные для строительства участки (запрещенными окажутся те участки, на которых действует хотя бы одно из ограничений)



Растровые изображения



Для того чтобы увидеть реальность, нужно искать истину.
И давайте искать ее вместе.



Пиксел (pixel, pel) - сокращение от англ. "picture element" ("элемент изображения") - элемент изображения, наименьшая составляющая изображения. Получаемая в результате дискретизации изображения (разбиения на далее неделимые элементы - дискреты, ячейки или точки растра), характеризуется прямым соотношением преобразования малейшего изменения цвета, образованного смешением нескольких смежных с ним (соседних) пикселей. с отличными от него значениями классов.

Разрешение сканирования и пространственное разрешение

Основным параметром сканирования (изображения) является его разрешение (количество элементов изображения на единицу длины, т.н. dots per inch – точек на дюйм).

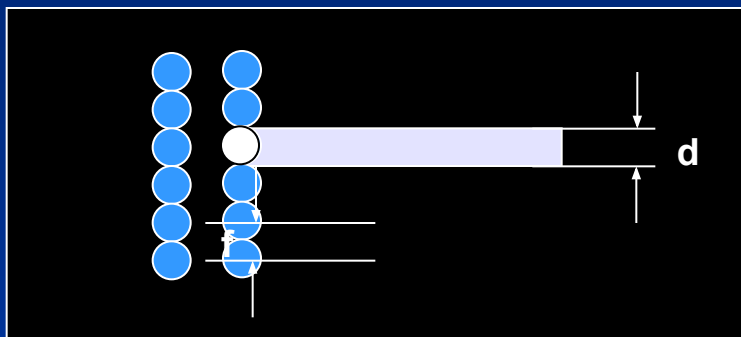


Справка: сканирование (scanning) - аналого-цифровое преобразование изображения в цифровую растровую форму с помощью сканера как один из способов (или этапов) получения пространственных данных. Различают:

- планшетные, барабанные, роликовые и ручные сканеры. Применение последних ограничено их малым форматом;
- устройства, размещаемые на аэро - или космических (летательных) аппаратах для дистанционных съемок, выполняющее ее путем построчного сканирования объекта съемки как одного из основных, наряду с фотографической

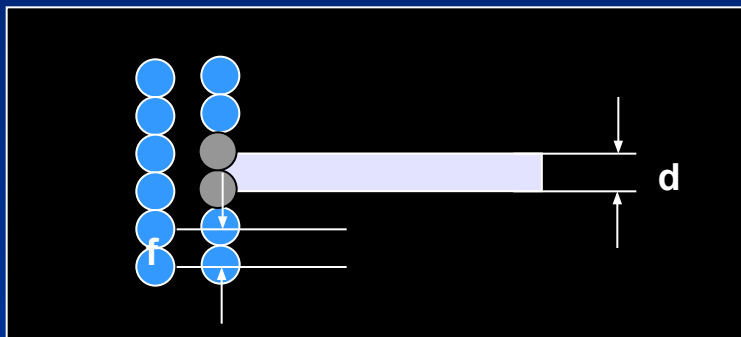
Разрешение сканирования и пространственное разрешение

Основным параметром сканирования (изображения) является его разрешение (количество элементов изображения на единицу длины, т.н. dots per inch – точек на дюйм).



Разрешение сканирования и пространственное разрешение

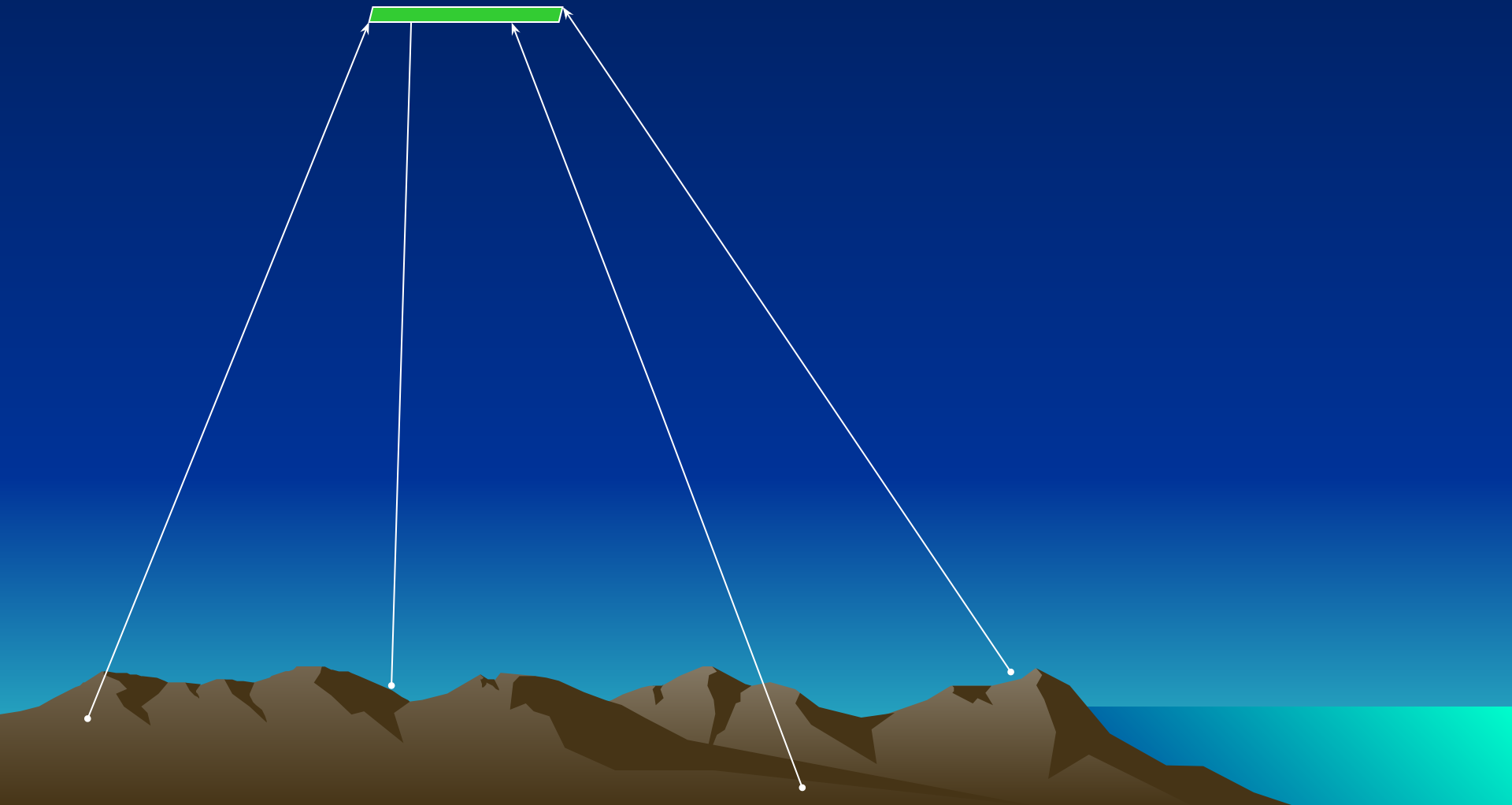
Основным параметром сканирования (изображения) является его разрешение (количество элементов изображения на единицу длины, т.н. dots per inch – точек на дюйм).



$$P = \frac{25.4}{0.6 \cdot d},$$

Где P – разрешение сканирования;
 d – толщина самой тонкой
линии.

Пространственное разрешение —
расстояние на местности на элемент
изображения



Основные характеристики растра

Количество градаций между белым и черным цветом называется

128	64	32	16	8	4	2	0
Бит	Бит	Бит	Бит	Бит	Бит	Бит	Бит
0	0	0	0	0	0	0	0
Бит	Бит	Бит	Бит	Бит	Бит	Бит	Бит

радиометрическим разрешением растра

или глубиной цвета

Различают 8 bit изображения (0...255 градаций)

16 bit изображения (0...65535 градаций)

24 bit изображения (0...16000000 градаций) или
полноцветное изображение (true-color)

Справка: однокомпонентное изображение называется черно-белым или изображением в оттенках серого (grayscale), его глубина цвета обычно 8 bit. Существует особый вариант 8bit, но цветного изображения – т.н.

псевдоцветное или индексированное изображение. Его особенностью является наличие специальной таблицы определяющей соответствие каждого значения (0...255 градации) определенному цвету, кодируемому 3-мя компонентами RGB. Таким образом такой растр является 8bit и цветным одновременно. Указанная таблица называется палитрой.

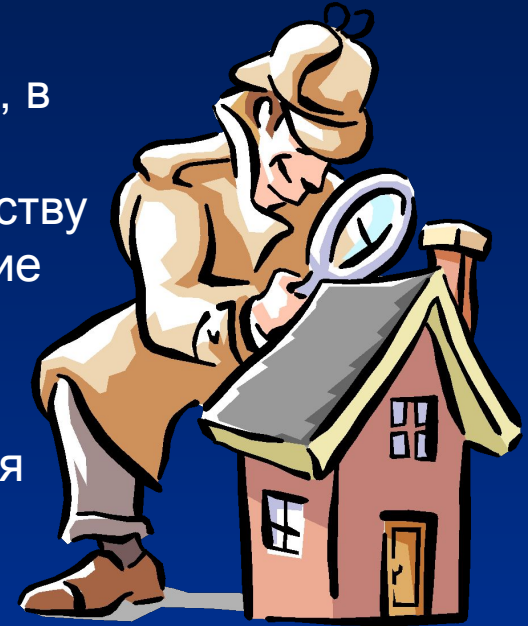


Основные характеристики раstra

Спектральное разрешение

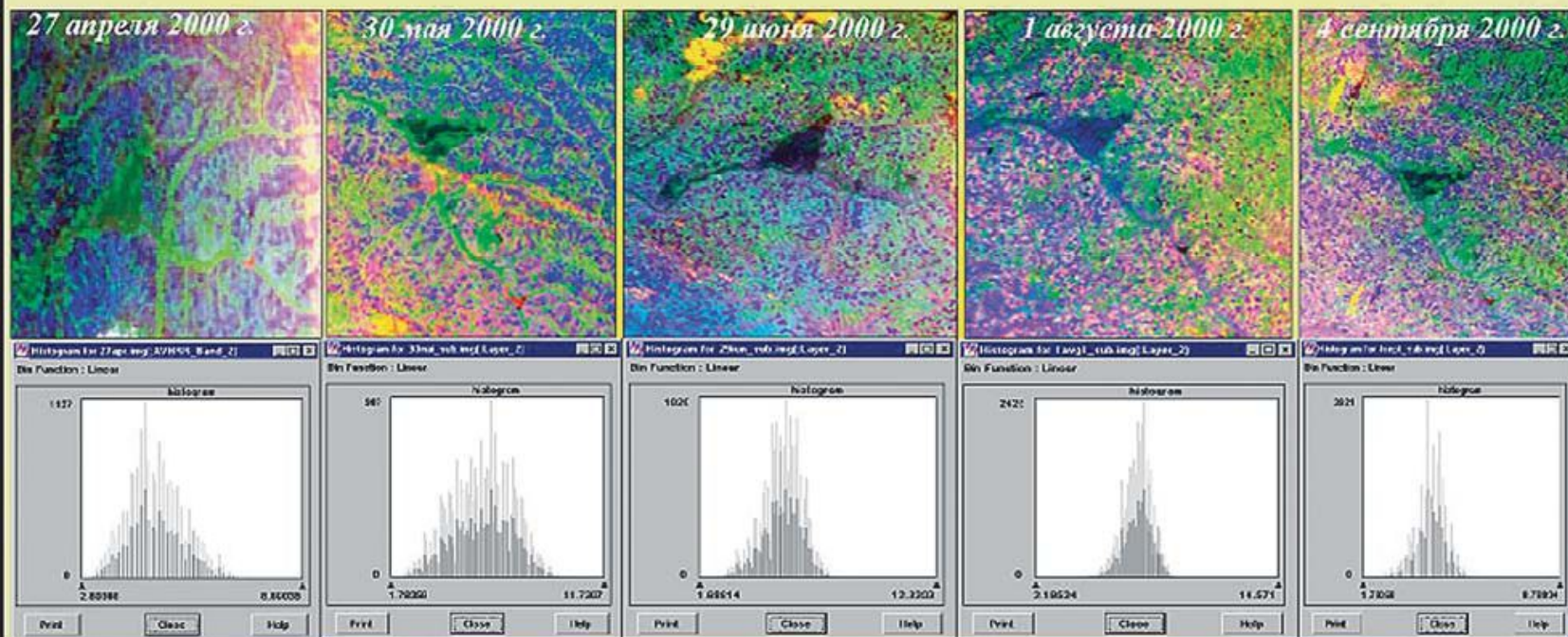
Дистанционное зондирование Земли ведется, как правило, в диапазонах отличных от привычных человеческому глазу, например в ближнем с средним инфракрасном. По количеству диапазонов, данные ДДЗ разделяются на панхроматические (1 диапазон), мультиспектральные (до 30 диапазонов), гиперспектральные (более 30 диапазонов).

Справка: съемки могут быть пассивными, когда фиксируется собственное или отраженное солнечное излучение, и активными, когда снимаемые объекты облучаются, например, радиоволнами. В зависимости от фиксируемого диапазона электромагнитного излучения различают следующие виды : ультрафиолетовая (ultraviolet); в видимом (optical), ближнем (near infrared) , среднем (middle infrared) и дальнем (тепловом) инфракрасном (thermal infrared) диапазонах, в микроволновом радиодиапазоне (microwave, passive microwave). При одновременном использовании нескольких диапазонов говорят о многозональной, или многоспектральной (multi-channel, multi-spectral, multi-band) съемке



Формы распределения спектральных яркостей изображения в процессе развития растительности

Анализ гистограмм изображений



Гистограмма находится в интервале низких значений альбедо, имеет левую асимметрию, соответствующую преобладанию на участке открытых черноземных почв, правое крыло гистограммы соответствует растительности балок

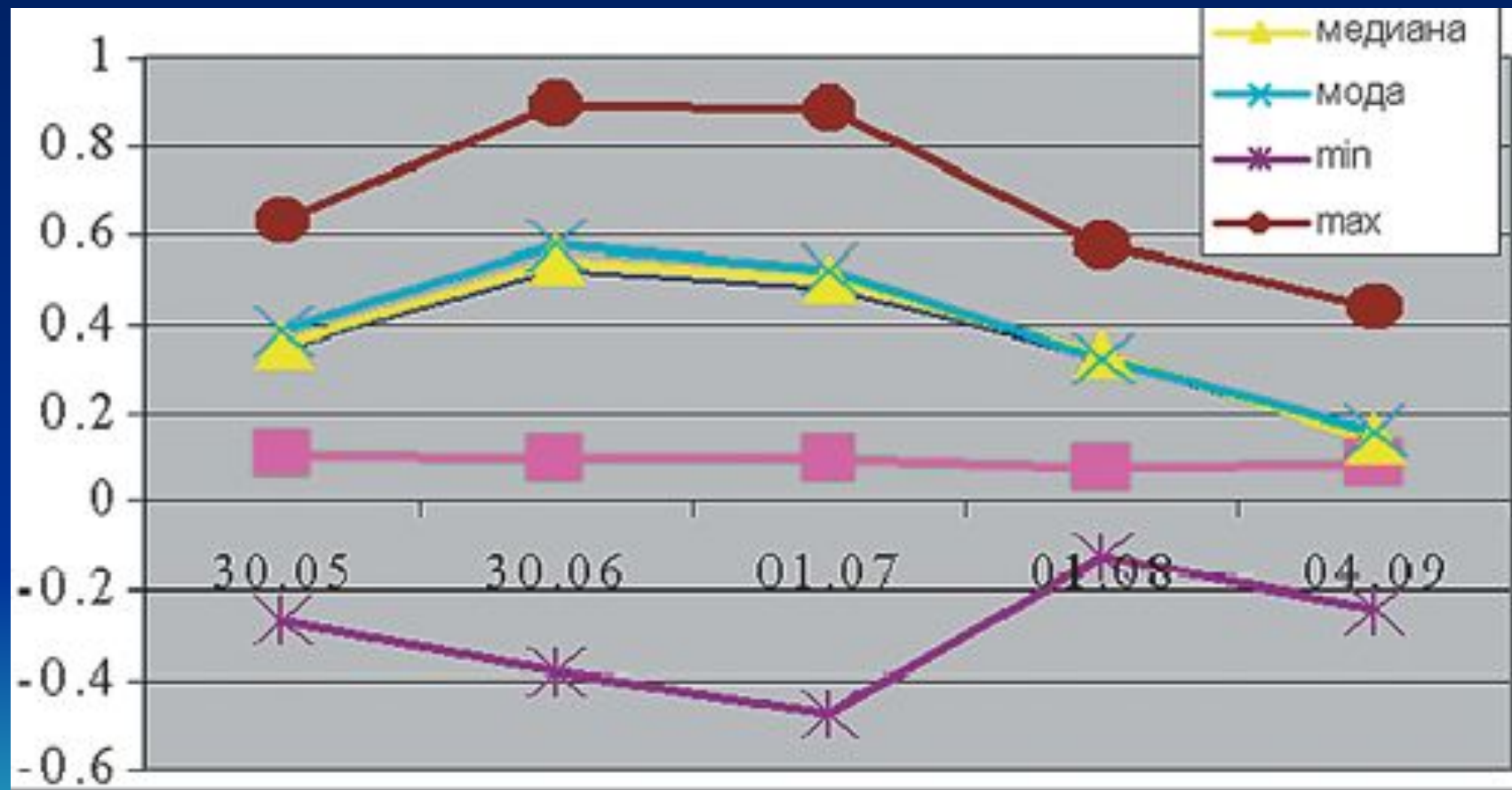
Гистограмма находится в широком интервале значений альбедо, имеет слабую правую асимметрию, соответствующую слабому преобладанию на участке растительного покрова, левое крыло гистограммы соответствует открытым черноземным почвам

Гистограмма находится в интервале средних значений альбедо, имеет правую асимметрию, соответствующую преобладанию на участке растительного покрова, левое крыло гистограммы выражено слабо и соответствует открытым черноземным почвам

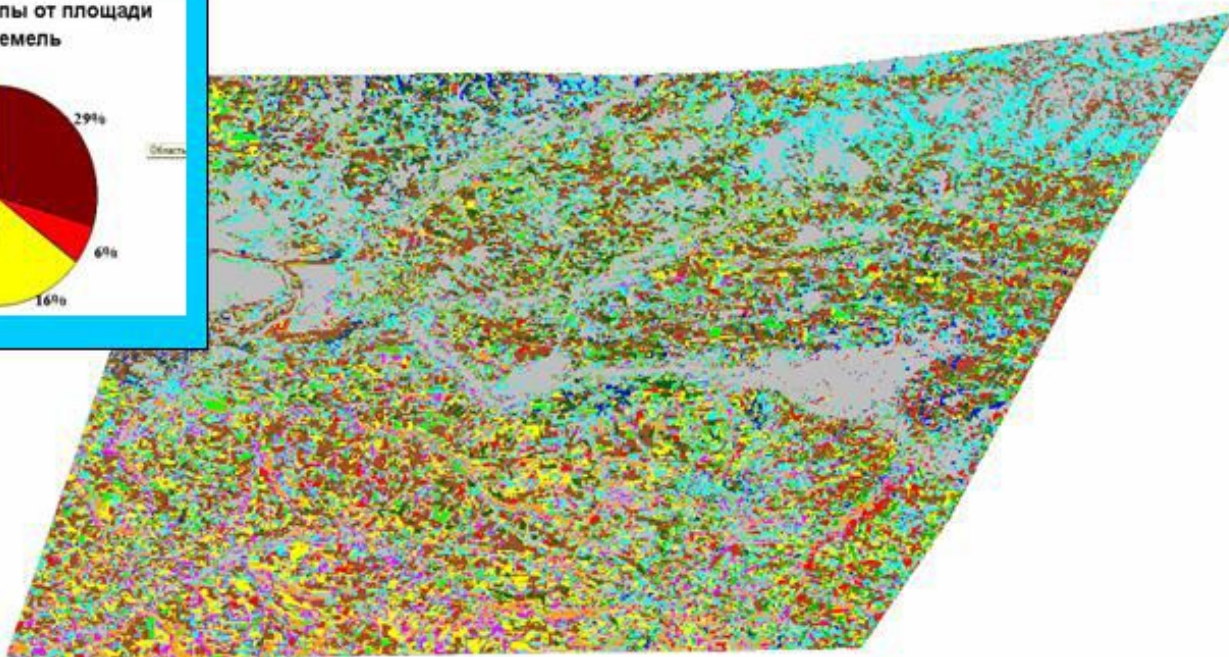
Гистограмма находится в интервале высоких значений альбедо, имеет правую асимметрию, соответствующую преобладанию на участке растительного покрова, левое крыло гистограммы практически невыражено

Гистограмма находится в интервале низких значений альбедо, имеет левую асимметрию, соответствующую преобладанию на участке открытых черноземных почв, правое крыло гистограммы выражено слабо и соответствует лесной растительности

Ход индексов вегетации



Динамика состояния с.-х. угодий за период с 02.06 по 27.06



Легенда:

С/х угодья состояние которых резко ухудшилось за период

С/х угодья состояние которых ухудшилось за период

С/х угодья состояние которых почти не изменилось за период

С/х угодья состояние которых незначительно ухудшилось за период

С/х угодья состояние которых на обе даты самое лучшее

С/х угодья состояние которых значительно ухудшилось за период

Погибшие всходы с/х культур

Открытая почва

Растительность в поймах малых рек

Другие объекты (леса, реки, населенные пункты, дороги, объекты)

Основные характеристики раstra

Система координат

Отсканированная карта находится в локальной системе координат. Начало ее располагается в точке $x=0$, $y=0$. Пространственное разрешение элемента изображения карты (пиксела) равно 1. Для работы в ГИС эти данные необходимо привязать к географическому пространству



Метод группового кодирования

0 0 0 1 1 1 0
0 0 1 1 1 0 0
0 0 1 1 1 1 0
0 0 0 1 1 1 1
0 0 0 0 1 1 1



$$= 7 \times 5 = 35$$

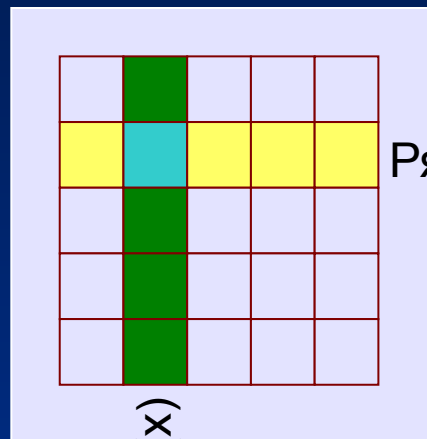


0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 0 1 1 1

30313031404140414031 = 20

30333444443 = 11

Особенности растрового изображения



Колонка (x)

Ряд (y)

0	5	0	0	0
3	4	3	3	3
0	5	0	0	0
0	5	0	0	0
0	5	0	0	0

Значение (z)

Точность привязки элемента раstra определяют как $\frac{1}{2}$ ширины и высоты ячейки (пикселя)

Операция математического наложения с использованием весовых коэффициентов пригодности каждого фактора

<table><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td></tr></table> soil.grd	0	1	0	0	0	0	1	2	2	2	1	0	1	2	2	2	1	1	0	1	5	5	5	5	0	1	5	5	5	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	+	<table><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td></tr></table> landslide.grd	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	=	<table><tr><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td></tr><tr><td>1</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>2</td><td>3</td><td>2</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>0</td><td>1</td><td>5</td><td>6</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td>0</td><td>2</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td><td>5</td></tr><tr><td>0</td><td>2</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>2</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td></tr></table> result.grd	0	2	0	1	0	0	1	2	2	2	2	0	2	2	3	2	1	2	0	1	5	6	5	5	0	2	5	5	5	5	0	2	1	1	1	1	0	0	2	0	1	2
0	1	0	0	0	0																																																																																																																													
1	2	2	2	1	0																																																																																																																													
1	2	2	2	1	1																																																																																																																													
0	1	5	5	5	5																																																																																																																													
0	1	5	5	5	1																																																																																																																													
0	1	1	1	1	1																																																																																																																													
0	0	1	0	1	1																																																																																																																													
0	1	0	1	0	0																																																																																																																													
0	0	0	0	1	0																																																																																																																													
1	0	1	0	0	1																																																																																																																													
0	0	0	1	0	0																																																																																																																													
0	1	0	0	0	0																																																																																																																													
0	0	1	0	0	1																																																																																																																													
0	0	1	0	0	1																																																																																																																													
0	2	0	1	0	0																																																																																																																													
1	2	2	2	2	0																																																																																																																													
2	2	3	2	1	2																																																																																																																													
0	1	5	6	5	5																																																																																																																													
0	2	5	5	5	5																																																																																																																													
0	2	1	1	1	1																																																																																																																													
0	0	2	0	1	2																																																																																																																													

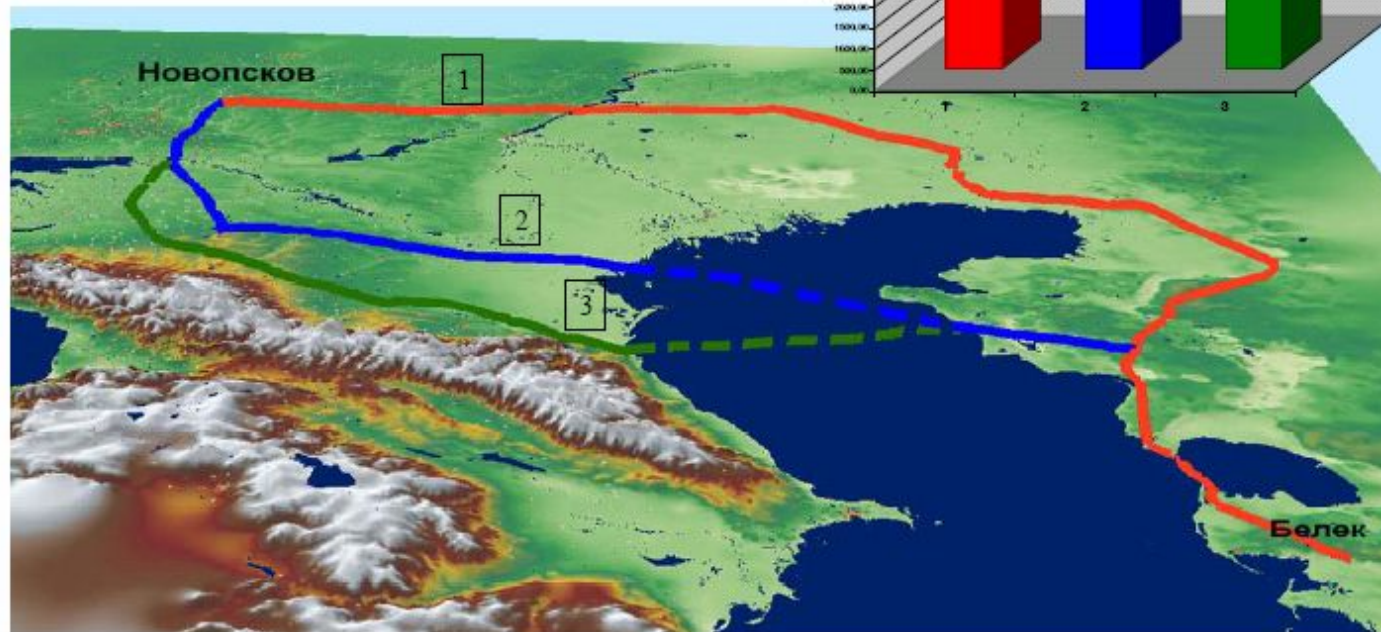
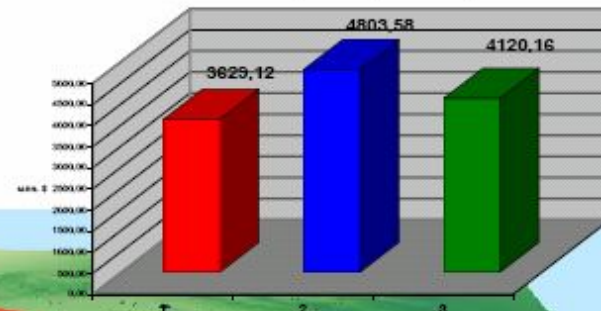
Оценка средствами ГИС вариантов трассы проектируемого газопровода Туркмения-Украина

ЦЕНТР
ГИС АНАЛИТИК
РІАЦ ІНТЕК-УКРАЇНА

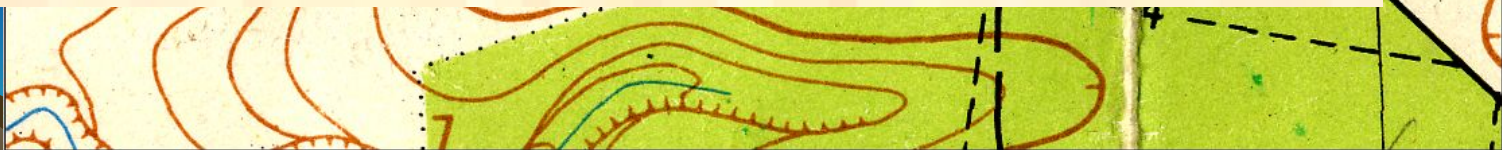
Оценка вариантов трасс

НЕФТЕГАЗСТРОЙ
УКРАЇНА

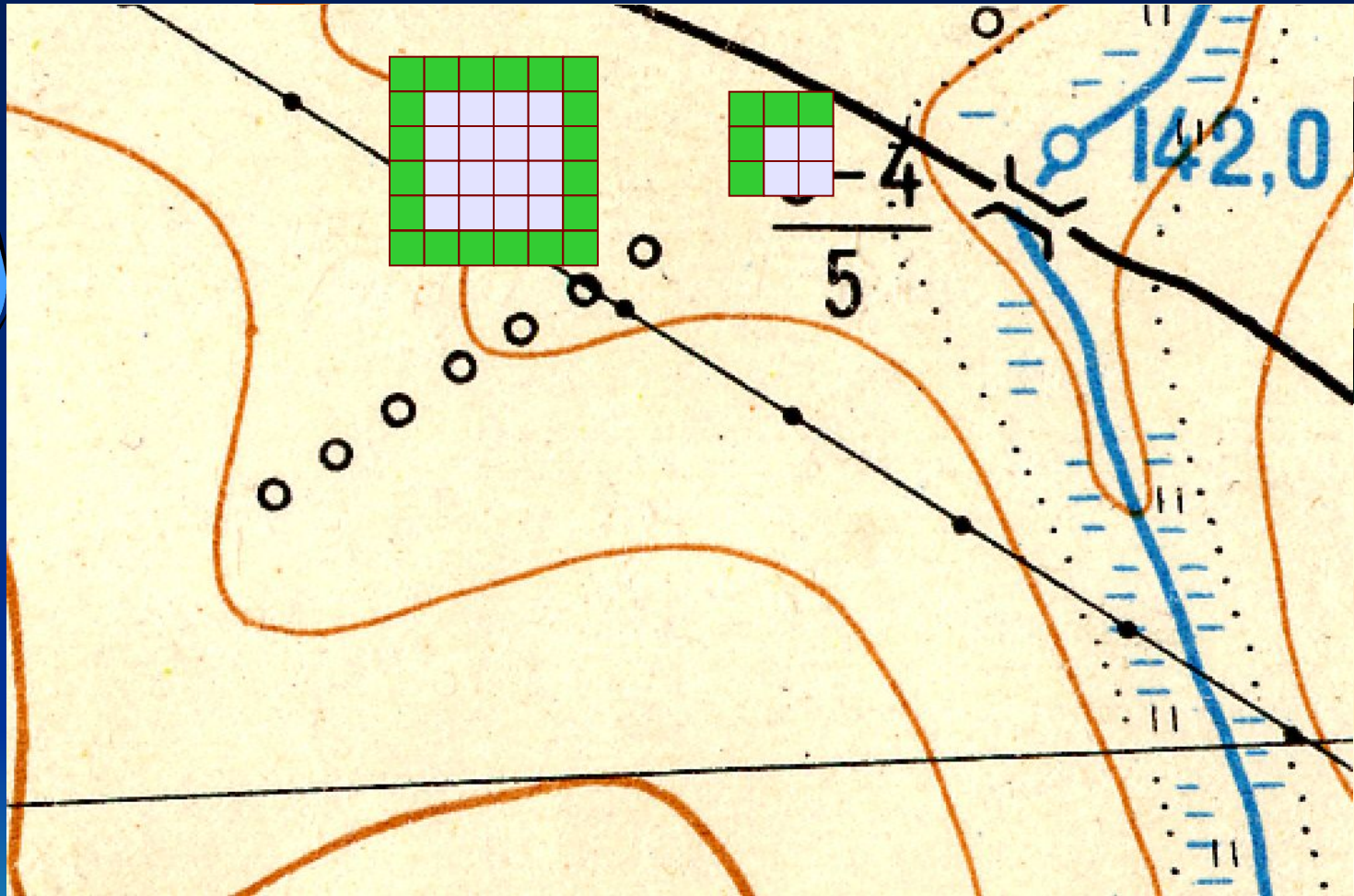
Стоимость вариантов проекта в млн \$



Особенности растрового изображения



Особенности растрового изображения

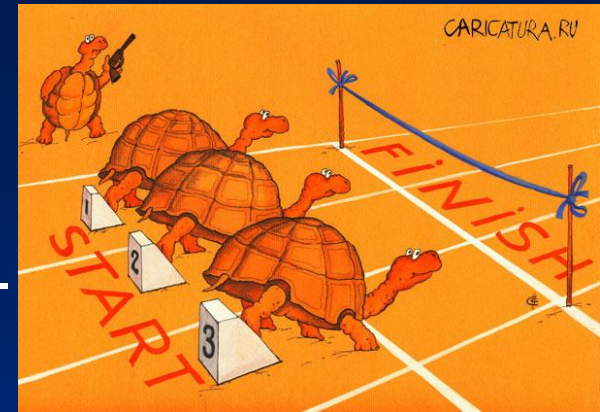


Выводы

- представляет собой отображение непрерывных последовательностей реального мира в наборе дискретных объектов;
- в ячейке модели содержится одно значение, усредняющее характеристики участка поверхности объекта;

Справка: в теории обработки изображений эта процедура известна под названием **Пикселизация**.
• дает информацию о том, **что** расположено в той или иной точке территории.

Ориентация — угол между направлением на север и положением колонок растра.
• Преимущество перед другими моделями данных используемыми в ГИС — непрерывное отображение поверхности



Векторная модель данных

Природные данные содержат четыре интегрированных компонента:

Географическое положение пространственных объектов представляется 2-х, 3-х или 4-хмерными координатами в географически соотнесенной системе координат (широта/долгота)

Атрибуты - свойство, качественный или количественный признак, характеризующий пространственный объект (но не связанный с его местоуказанием)

Пространственные отношения определяют внутренние взаимоотношения между пространственными объектами (например, направление объекта А в отношении объекта В, расстояние между объектами А и В, вложенность объекта А в объект В)

Временные характеристики представляются в виде сроков получения данных, они определяют их жизненный цикл, изменение местоположения или свойств пространственных объектов во времени



Векторная модель данных

Справка: вектор (vector) - величина, характеризующаяся числовым значением и направлением.

Основана на векторах (направленных отрезках прямых);

Базовым примитивом является точка;

Объекты создаются путем соединения точек прямыми линиями или дугами;

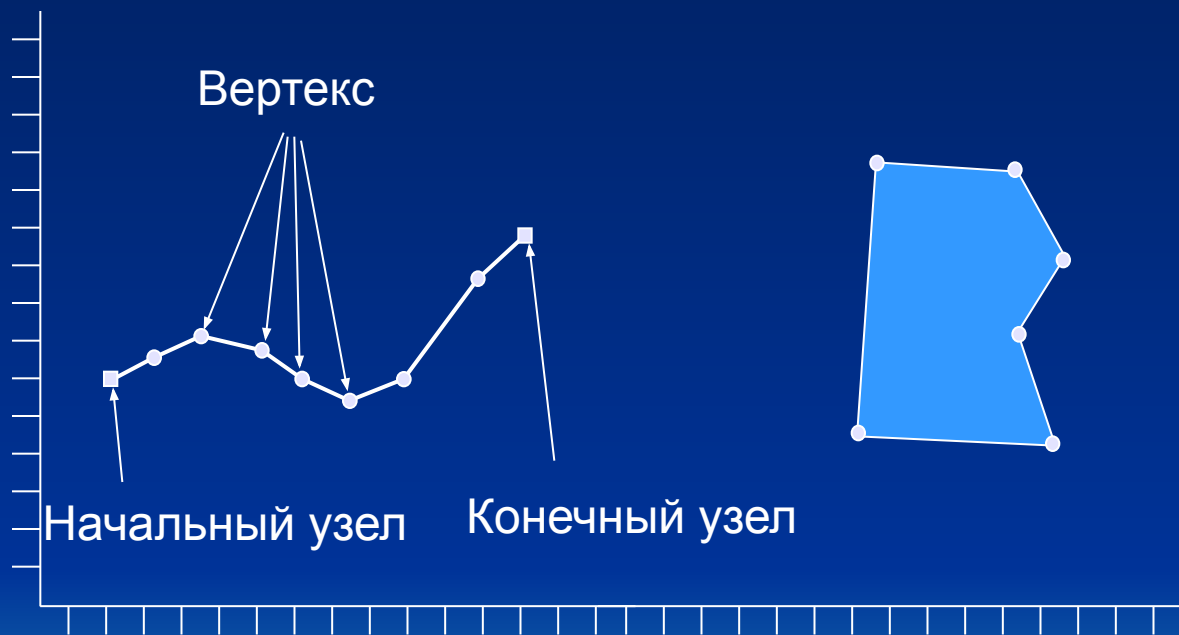
Площадные объекты определяются набором линий;

Представляет собой объектно-ориентированную систему;



Векторная модель данных

Все пространственные объекты разделены на элементы – узлы, имеющие свои координаты, и соединяющие их дуги (arc)



В векторной модели пространственных объектов (точек, линий, полигонов) используются координаты (X, Y) для определения местоположения объектов. Векторная модель позволяет хранить информацию об объектах в виде списка координат, что обеспечивает высокую точность и возможность масштабирования. Векторная модель также позволяет хранить информацию о топологии объектов, что важно для анализа пространственных данных. Векторная модель является основой для многих современных систем геоинформационного анализа (ГИС).

На заметку

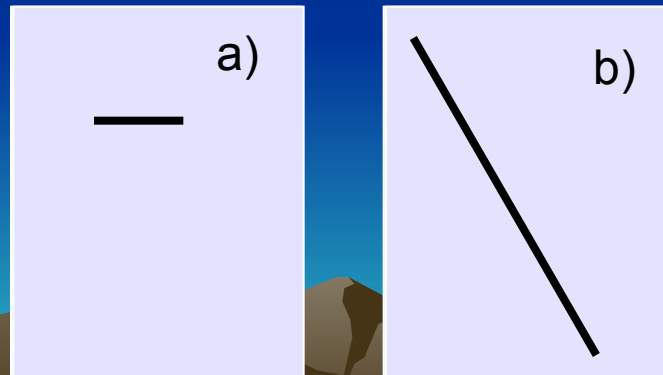


Представление пространственных данных (spatial data representation - син. модель пространственных данных - способ цифрового описания пространственных объектов, тип структуры пространственных данных. Машинные реализации П.п.д называют форматами пространственных данных.

Векторные объекты как правило не заполняют все пространство целиком и требует значительно меньше памяти, для их хранения и времени на их обработку и представление;

Структура векторного изображения естественно не зависит от масштаба, поскольку переход из одного масштаба в другой достигается линейным пересчетом координат и преобразованием изображений.

По векторным моделям координаты интересующих нас точек можно получить с очень высокой точностью



На заметку



Модель "спагетти" (spaghetti model) - син. векторное нетопологическое представление - разновидность векторного представления линейных и полигональных пространственных объектов с описанием их геометрии в виде неупорядоченного набора дуг

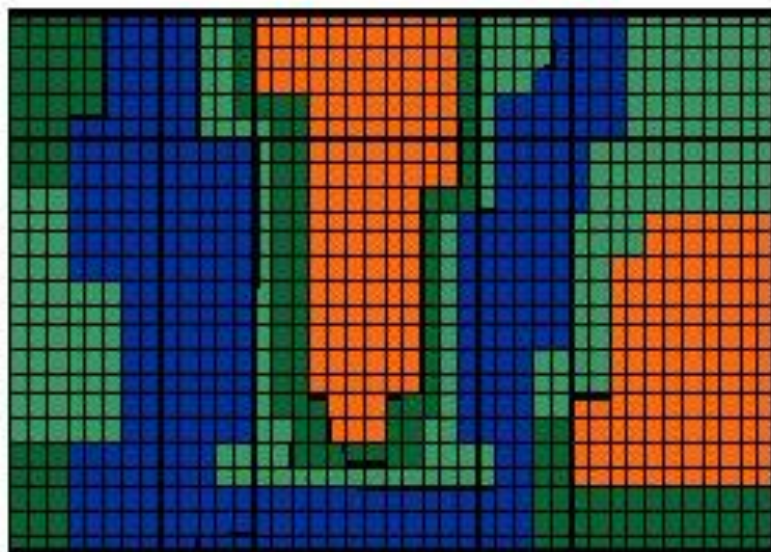
Квадротомическое представление (quadtree, quad tree, Q-tree) - син. квадродерево, один из способов представления пространственных объектов в виде иерархической древовидной структуры, основанный на декомпозиции пространства на квадратные участки, или квадратные блоки каждый из которых делится рекурсивно на 4 вложенных до достижения некоторого уровня - числа Мортон (Morton order), обеспечивающего детальность описания объектов, эквивалентную разрешению раstra и используется как средство снижения времени доступа, повышения эффективности обработки и компактности хранимых данных по сравнению с растровыми представлениями. Квадротомическое представление известная как матрица Мортон (Morton matrix), основанная на кривых Пиано (Peano curve) и числах Пиано (Peano keys). Гексотомические деревья (hextree), основанные на разделении пространства на шестиугольники (гексагоны).

Квантование (quantization, quantisation) - операция преобразования данных из непрерывной формы в дискретную

Сопоставление растровой и векторной моделей данных



растровый вид



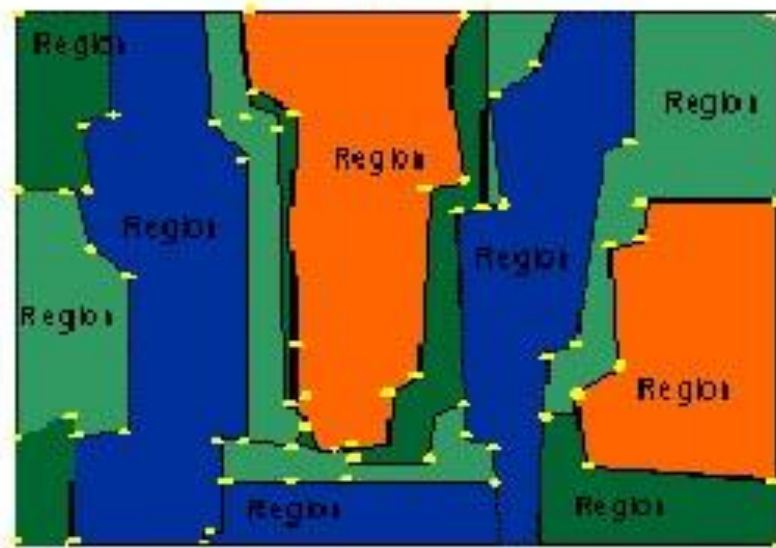
■ вырубки

■ леса

■ болота

■ луга

векторный вид



● точки



дуги



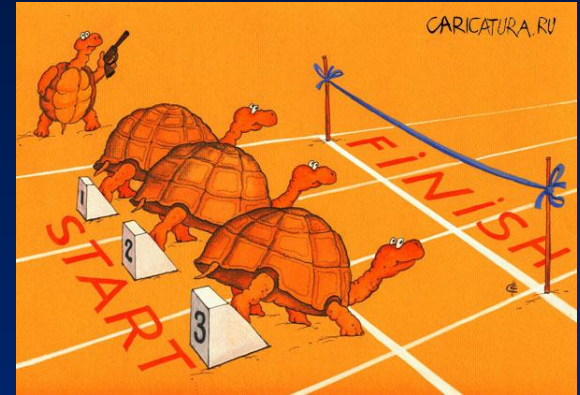
полигоны

Трансформация векторного слоя



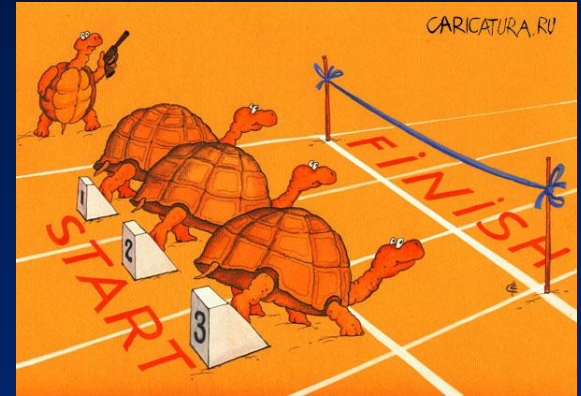
Вывод: даже на очень большом увеличении пикселизация векторного слоя не происходит.

Выводы



- Векторное представление позволяет отразить большую пространственную изменчивость по сравнению с растровым представлением, что обусловлено четким показом границ и меньшей зависимостью от исходного образа. Некоторые объекты являются векторными по определению (границы рабочих участков, границы хозяйства, района).
- Не все природные данные имеют четкие границы, которые можно представить в виде математически определенных линий. Это обусловлено динамикой явления (типы растительности, место обитания диких животных и т.д.).
- Часто линии на карте имеют толщину 0.3, 0.4 мм и отражают неопределенность положения объекта.
- В векторной форме можно организовать пространство в любой последовательности, что обеспечивает произвольный доступ к данным
- В ГИС действительное представление о точности дают размер растровой ячейки и неопределенность положения векторного объекта, а не точность координат.

Выводы



- векторные объекты не всегда заполняют, все пространство целиком; с другой стороны, не все позиции пространства должны быть охарактеризованы данной моделью;
- Структура векторного изображения естественно не зависит от масштаба, поскольку переход из одного масштаба в другой достигается линейным пересчетом координат и конформным преобразованием изображений.

Свойства векторных и растровых моделей данных

(достоинства и недостатки)

	Растровая	Векторная
Масштабируемость	-	+
Передача непрерывных свойств	+	-
Передача дискретных объектов	-	+
Легкость создания	+	-
Избыточность (объем данных)	-	+
Легкость решения аналитических задач	-	+
Легкость редактирования	-	+
Предварительное знакомство с данными	-	+
Требует большого дискового пространства	+	-



**Системы направленные на
обработку картографической
информации**

системы автоматизированного
проектирования - (CAD)

системы автоматического
картографирования - (AM)

системы управления сетями - (FM)

системы мелкомасштабного
пространственного анализа

географические информационные
системы - (GIS)



CAD позволяют работать со слоями, но неспособны работать с пространственной информацией т.к. используют декартову систему координат для описания элементов чертежа и работают с геометрическими а не с реальными объектами;

Справка: атрибутивные данные (*семантика*) – элементарные данные, описывающие свойства объекта.



системы автоматического картографирования - (АМ)



Предназначены для профессионального производства карт, позволяют получить планово-картографический материал, по качеству не уступающему типографскому, практически лишены средств пространственного анализа и не способны управлять данными. АМ-системы лишены возможностей моделирования и анализа, не могут справиться, с тематическим картографированием, управленческими задачами и задачами мониторинга. Системы не способны гибко реагировать на меняющиеся со временем запросы пользователей

системы управления сетями - (FM)



Системы управления сетями (водопровод, трубопровод, энергетические и телефонные сети и т.д.) — это системы управления пространственно распределенными объектами, с каждым из которых связана существенная содержательная информация. Заметим, для решения большинства задач сетевого управления не важна метрическая точность, действительное положение объектов в пространстве. Требования задач проектирования и эксплуатации сетей привели к расширению функций этих систем направленных на их точную координатную привязку и использованию пространственной информации, определяющей взаимное положение и влияние объектов реального мира (сетей, зданий и сооружений, природных объектов и т.п.).

системы мелкомасштабного пространственного анализа



системы направлены на решение задач природопользования, а также территориального планирования и управления. Работает с двумя видами данных: растровыми и векторными.

Растровые используются при необходимости отобразить плавный цветовой переход между объектами. В основе лежит регулярное описание территорий. позволяют определять взаимосвязи явлений, определять области, с одновременным выполнением выбранные условия и т.д. В векторных информация представлена набором объектов с набором их характеристик. что позволяет анализировать пересечение объектов, производить выборки по различным характеристикам, удаленность, плотность элементов на определённой территории и т.д.

географические информационные системы - (GIS)



системы появились на рынке последними, и вобрали в себя функции и преимущества первых четырех. В совокупности с системами управления базами данных (в том числе и самими базами данных) на сегодняшний день представляют собой одну из самых развитых систем обработки и анализа пространственной информации.

Обеспечивают сбор, визуализацию пространственно-координированных данных, интеграцию данных и знаний о территории, используются при решении научных и прикладных задач, связанных с инвентаризацией, анализом, моделированием, прогнозированием и управлением окружающей средой.

Справка: открытая архитектура системы предоставляет возможность разрабатывать собственные процедуры, инструменты на языках высокого уровня (Visual Basic, C++, Delphi), имеют встроенные интерпретаторы (MapBasic, ArcObject и др)

Классификация ГИС по функциональным возможностям



Классификация ГИС по функциональным возможностям

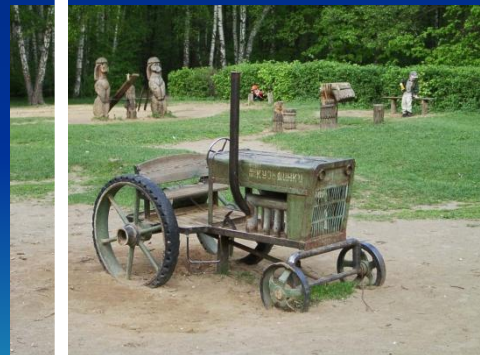
тип архитектуры

Термин "открытые" системы означает их открытость

для пользователя, способность расширения и
работают по принципу "что вы видите, то вы и
получите". Системы не имеют возможностей
задачам, изменившимся данным, их связь между
расширения и выполняют только то, что выполняли на
различными существующими приложениями.

Такие системы оказываются бесполезными в тех
инструментарий и могут быть построены самим
пользователем при помощи аппарата создания
выходят за рамки имеющегося инструментария.
приложений.

Системы имеют короткий жизненный цикл,
Покупка таких ГИС сопряжена с минимальным риском
а основной аргумент их продавцов — чрезвычайно
низкая цена. Открытые системы обычно дороги
первоначально, но имеют относительно длинный
жизненный цикл.



Классификация ГИС по функциональным возможностям

Выделяют три основных группы ГИС

ориентированны на
рабочие станции

настольные ГИС
системы

домашнего и малого
офисного использо-
вания



ориентированны на рабочие станции

настольные ГИС

ручного. Эти системы

Будущее — это сегодня



Соглашения принятые в ГИС

Пространственные данные



geographic data - цифровые данные о пространственных объектах, включающие сведения об их местоположении и свойствах, пространственных и непространственных атрибутах. Обычно состоят из двух взаимосвязанных частей: позиционной (spatial, locational) и непозиционной (aspatial). Полное описание П.д. складывается из взаимосвязанных описаний топологии, геометрии и атрибутики объектов и составляют основу информационного обеспечения ГИС. Изменчивость данных требует наряду с "пространственностью", учета временных аспектов данных (data temporality), расширяя понятие П.д. до пространственно-временных данных (spatio-temporal data) и как следствие проявлений четырехмерных ГИС (4D GIS). Средством абстрактного описания служат модели, или структуры П.д. (spatial data structure). Качество П.д. (spatial data quality) определяется их точностью, надежностью, достоверностью, полнотой, непротиворечивостью.

Соглашения принятые в ГИС

Пространственные данные



Географически связаны с положением на поверхности земли, имеют географические координаты, проекцию и масштаб.

Связаны с реальными объектами и являются первичными, что позволяет легко управлять и манипулировать ими, в отличие от других графических данных, ориентированных только на отображение;

Пространственные данные можно организовывать в тематические слои, к которым привязываются сопутствующие данные.

Имеют четкие связи между геометрической и атрибутивной составляющей и обе они доступны для работы.

Базовые пространственные данные – разрешенные к открытому опубликованию цифровые данные об объектах, отличающихся устойчивостью пространственного положения во времени и служат основой позиционирования других пространственных объектов

Соглашения принятые в ГИС

Растровая модель



- Местоположение – наименьшая единица географического пространства, для которого могут быть приведены какие-либо значения или свойства..
- Значение – единица информации, хранящаяся в слое для каждого пикселя или ячейки. Ячейки одной зоны имеют одинаковое значение.
- Площадной контур (зона, область) – набор смежных местоположений одинакового свойства.
- Разрешение – минимальная линейная размерность наименьшей единицы географического пространства, для которой могут быть приведены какие-либо значения.

Соглашения принятые в ГИС

Векторная модель



- **Точка** – определяет геометрическое местоположение. Элемент карты, чьи размеры настолько малы, что не отображаются в виде области.
- **Линия** – множество упорядоченных точек, соединенных друг с другом и представляющих элемент карты, который слишком узок для отображения в виде области.
- **Узел** – топологический переход или конечная точка, также может определять местоположение.
- **Линейный сегмент** – прямая линия между двумя точками.
- **Строка** – последовательность линейных сегментов.
- **Кольцо** – замкнутая последовательность непересекающихся цепочек, строк, связей или замкнутых дуг.
- **Цепочка** – направленная последовательность непересекающихся линейных сегментов или дуг с узлами на их концах.
- **Связь** – соединение между двумя узлами.
- **Дуга** – геометрическое место точек, которые формируют кривую определенную математической функцией

Соглашения принятые в ГИС

Векторная модель



- **Область** – ограниченный непрерывный объект, который может включать или не включать в себя собственную границу.
- **Внутренняя область** – область, которая не включает собственную границу.
- **Полигон** – область, состоящая из внутренней области, одного внешнего кольца и может содержать несколько непересекающихся внутренних колец.

Соглашения принятые в ГИС

Пространственные данные



geographic data - цифровые данные о пространственных объектах, включающие сведения об их местоположении и свойствах, пространственных и непространственных атрибутах. Обычно состоят из двух взаимосвязанных частей: позиционной (spatial, locational) и непозиционной (aspatial). Полное описание П.д. складывается из взаимосвязанных описаний топологии, геометрии и атрибутики объектов и составляют основу информационного обеспечения ГИС. Изменчивость данных требует наряду с "пространственностью", учета временных аспектов данных (data temporality), расширяя понятие П.д. до пространственно-временных данных (spatio-temporal data) и как следствие проявлений четырехмерных ГИС (4D GIS). Средством абстрактного описания служат модели, или структуры П.д. (spatial data structure). Качество П.д. (spatial data quality) определяется их точностью, надежностью, достоверностью, полнотой, непротиворечивостью.

Соглашения принятые в ГИС

Пространственные данные



Географически связаны с положением на поверхности земли, имеют географические координаты, проекцию и масштаб.

Связаны с реальными объектами и являются первичными, что позволяет легко управлять и манипулировать ими, в отличие от других графических данных, ориентированных только на отображение;

Пространственные данные можно организовывать в тематические слои, к которым привязываются сопутствующие данные.

Имеют четкие связи между геометрической и атрибутивной составляющей и обе они доступны для работы.

Базовые пространственные данные – разрешенные к открытому опубликованию цифровые данные об объектах, отличающихся устойчивостью пространственного положения во времени и служат основой позиционирования других пространственных объектов

Соглашения принятые в ГИС

Растровая модель



- Местоположение – наименьшая единица географического пространства, для которого могут быть приведены какие-либо значения или свойства..
- Значение – единица информации, хранящаяся в слое для каждого пикселя или ячейки. Ячейки одной зоны имеют одинаковое значение.
- Площадной контур (зона, область) – набор смежных местоположений одинакового свойства.
- Разрешение – минимальная линейная размерность наименьшей единицы географического пространства, для которой могут быть приведены какие-либо значения.

Соглашения принятые в ГИС

Векторная модель



- **Точка** – определяет геометрическое местоположение. Элемент карты, чьи размеры настолько малы, что не отображаются в виде области.
- **Линия** – множество упорядоченных точек, соединенных друг с другом и представляющих элемент карты, который слишком узок для отображения в виде области.
- **Узел** – топологический переход или конечная точка, также может определять местоположение.
- **Линейный сегмент** – прямая линия между двумя точками.
- **Строка** – последовательность линейных сегментов.
- **Кольцо** – замкнутая последовательность непересекающихся цепочек, строк, связей или замкнутых дуг.
- **Цепочка** – направленная последовательность непересекающихся линейных сегментов или дуг с узлами на их концах.
- **Связь** – соединение между двумя узлами.
- **Дуга** – геометрическое место точек, которые формируют кривую определенную математической функцией

Соглашения принятые в ГИС

Векторная модель



- **Область** – ограниченный непрерывный объект, который может включать или не включать в себя собственную границу.
- **Внутренняя область** – область, которая не включает собственную границу.
- **Полигон** – область, состоящая из внутренней области, одного внешнего кольца и может содержать несколько непересекающихся внутренних колец.

Простые алгоритмы

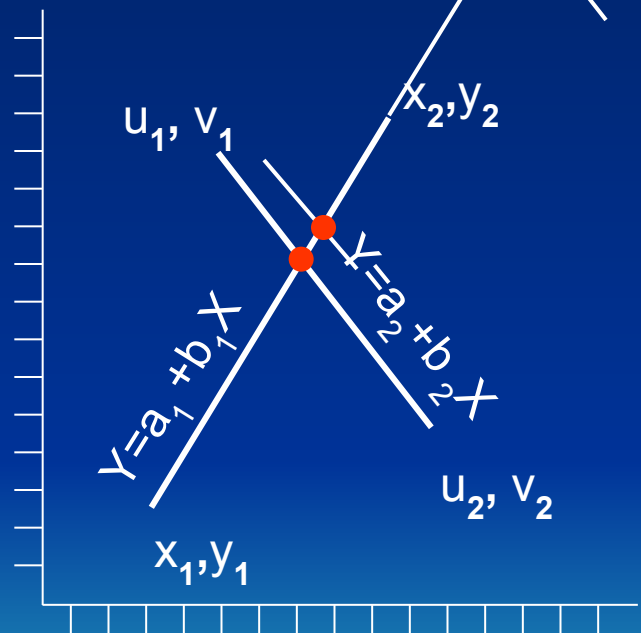




Простые алгоритмы

Танкари — процедура, позволяющая из набора однозначных правил, которые определяют конечную последовательность операций, приводящих к решению задачи (или конкретного типа задач).

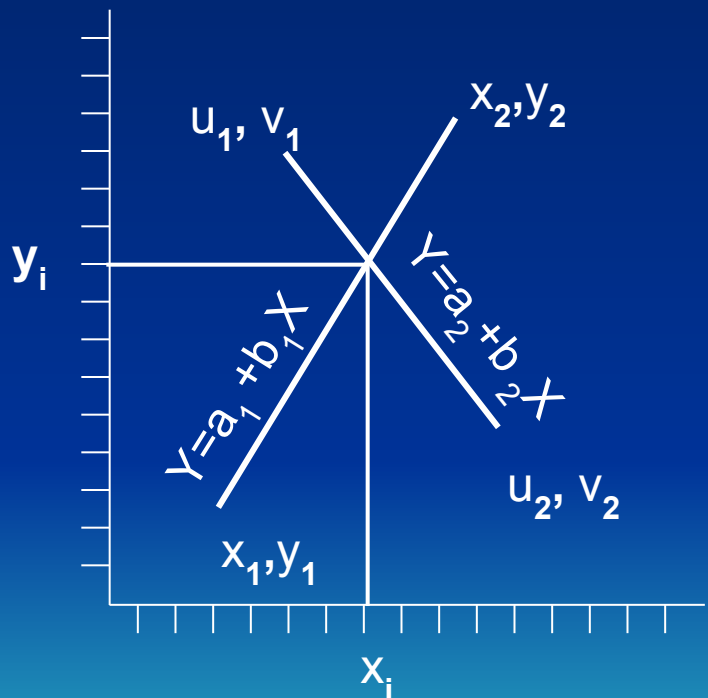
$$Y_i = a_1 + b_1 X_i$$





Простые алгоритмы

Точка пересечения прямых



```
Dim A1, A2, B1, B2, Xi, Yi As Double
```

```
B1=(y2-y1)/(x2-x1)
```

```
B2=(U2-U1)/(Y2-Y1)
```

```
A1=Y1-B1*X1
```

```
A2=V1-B1*U1
```

```
Xi = - (A1-(A2/B1-B2)- U2)/>=0
```

```
Yi = A1+B1*Xi
```

```
IF (X1-Xi)*(Xi-X2)>=0 AND
```

```
(U1-Xi)*(Xi-U2)>=0 AND
```

```
(Y1-Yi)*(Yi-Y2)>=0 AND
```

```
(V1-Yi)*(Yi-V2)>=0 Then
```

Прямые пересекаются в точке

Xi, Yi

Else

Прямые не пересекаются

```
END IF
```

Находим координаты X и Y точки пересечения прямых
Вспомогательные переменные: $x_1, y_1, x_2, y_2, u_1, v_1, u_2, v_2$
предельных членов уравнений прямых и координат точки пересечения



Простые алгоритмы

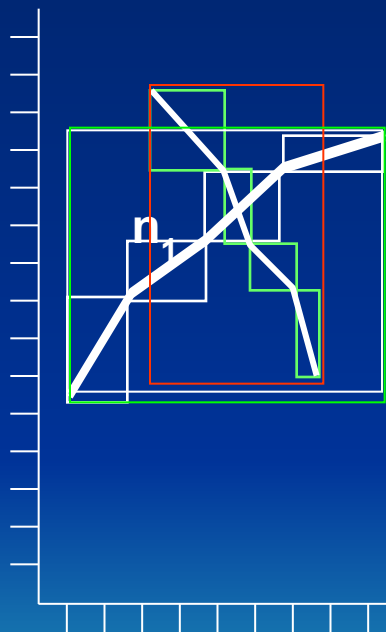
Справка: эвристика – это хитрость упрощения или любой другой прием для кардинального сокращения поиска решения в больших проблемных областях.

Метод описанного пользователем

Справка: любую линию можно разделить на участки, включающие какую-либо точку, определяются минимальными и максимальными значениями координат по осям.

Справка: любая координата X и Y достигают частного максимума или минимума.

$N = n_1 \cdot n_2$





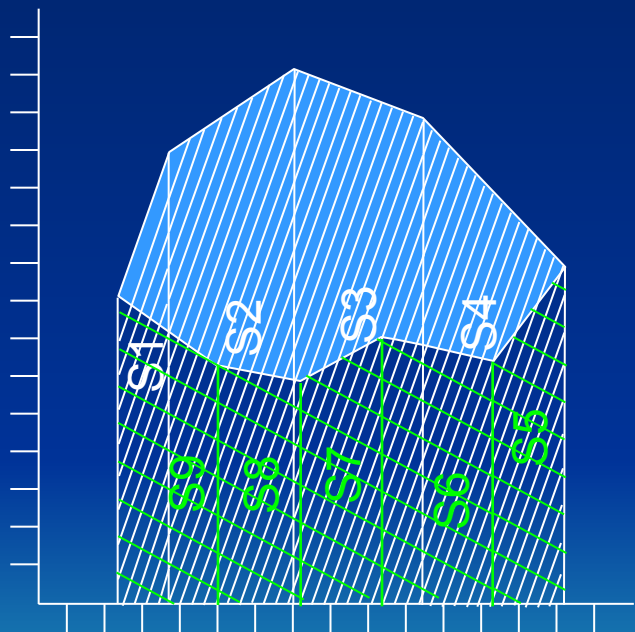
Простые алгоритмы

Площадь полигона

$$S1=(X_k-X_n) \cdot (Y_k+Y_n)/2 \quad (\text{со знаком плюс})$$

$$S5=(X_k-X_n) \cdot (Y_k+Y_n)/2 \quad (\text{со знаком минус})$$

$$S=\Sigma(X_{i+1}-X_i) \cdot (Y_{i+1}+Y_i)/2$$

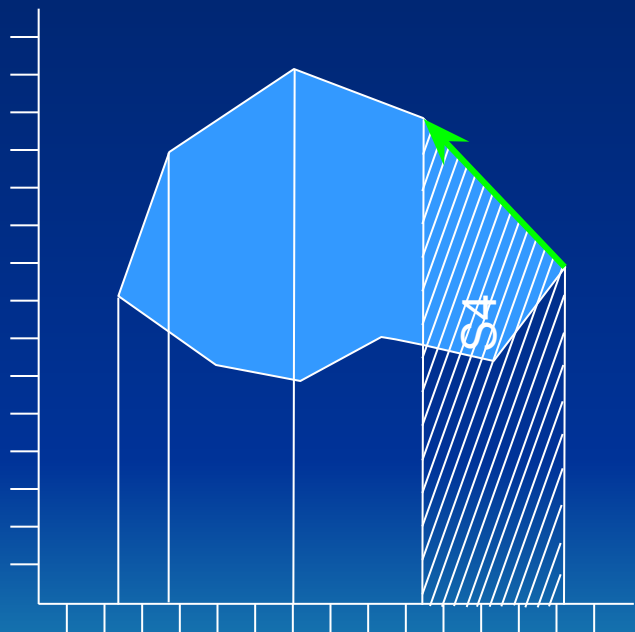




Простые алгоритмы

Площадь полигона

$$S_4 = ((X_K - X_H) \cdot (Y_K + Y_H)) / 2 \quad (\text{со знаком минус})$$

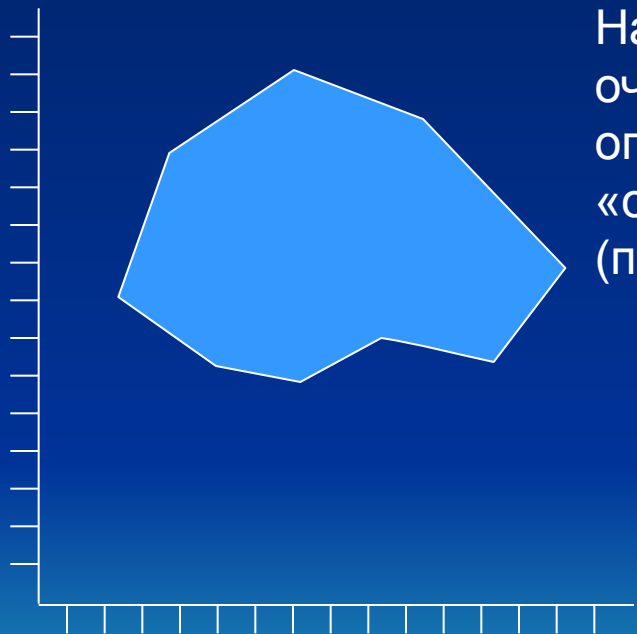




Простые алгоритмы

Площадь полигона

Выход: временно добавить ко всем значениям Y величину равную абсолютному значению минимальной координаты Y полигона.



На заметку: при вычислении очень больших или очень маленьких площадей полигонов точность определения площадей теряется в связи с «относительной неточностью» компьютера (потеря разрядов).

Простые алгоритмы

Точка в полигоне

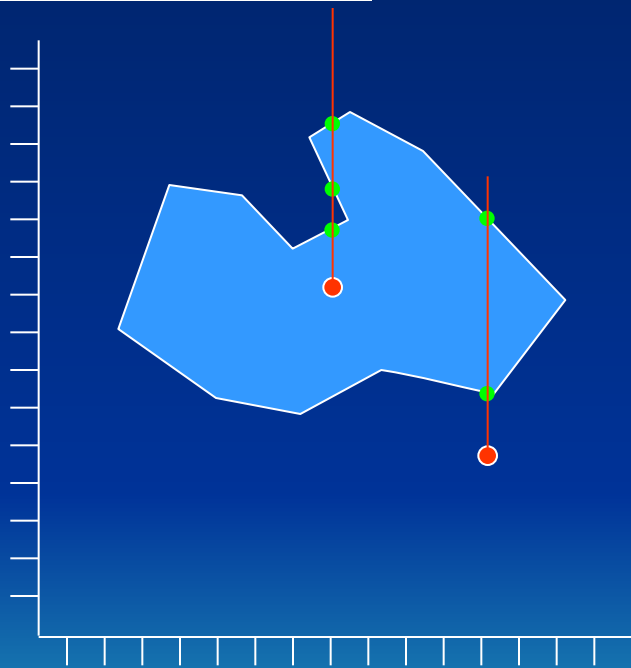




Простые алгоритмы

Точка в полигоне

В заданном полигоне задана точка $(X(i), Y(i))$. Требуется определить, находится ли точка внутри полигона. Если число пересечений нечетное, точка находится внутри полигона, если четное — вне полигона.



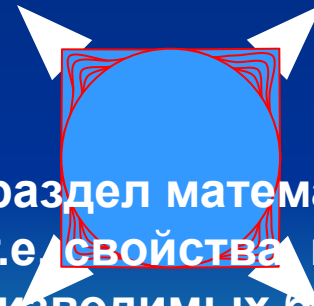
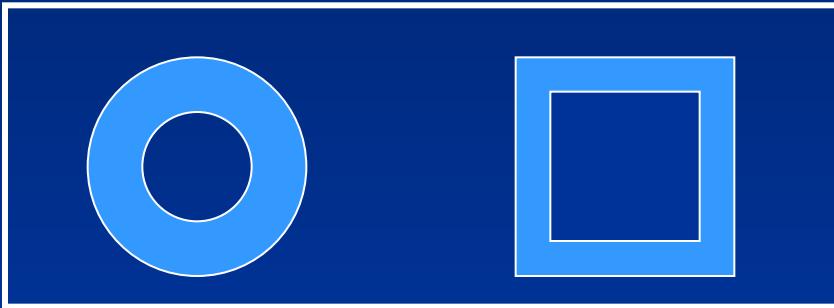
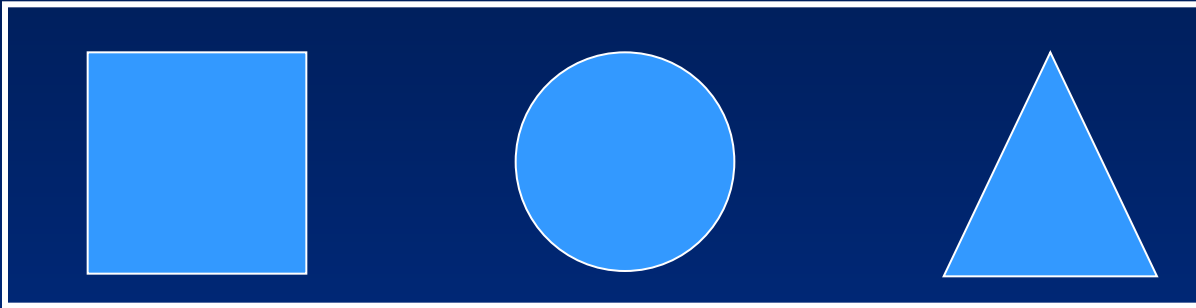
```

ni=1
FOR i=1 to n
  IF  $X(i+1) \neq X(i)$  then
    IF  $(X(i+1)-u) * (u-X(i)) \geq 0$  then
      IF  $X(i+1) \neq u$  OR  $X(i) \leq u$  then
        IF  $X(i) \neq u$  OR  $X(i+1) \geq u$  then
           $b = (Y(i+1) - Y(i)) / (X(i+1) - X(i))$ 
           $a = Y(i) - b * X(i)$ 
           $Y_i = a + b * u$ 
          IF  $Y_i > v$  then
             $ni = ni * (-1)$ 
          End If
        End If
      End If
    End If
  Next i

```

На заметку: если $(X(i), Y(i))$ лежит на линии, считайте пересечения только если $(X(i+1), Y(i+1))$ находится справа;
 Если $(X(i+1), Y(i+1))$ лежит на линии, считайте пересечения только если $(X(i), Y(i))$ находится слева.

Роль топологии в ГИС



Справка: топология (от греч. *topos* – место) – раздел математики, изучающий топологические свойства фигур, т.е. свойства не изменяющиеся при любых деформациях, производимых без разрывов и склеивания (точнее, при взаимно однозначных и непрерывных отображениях)

Роль топологии в ГИС

Мысли в слух. В ГИС мы имеем дело с моделями пространства.

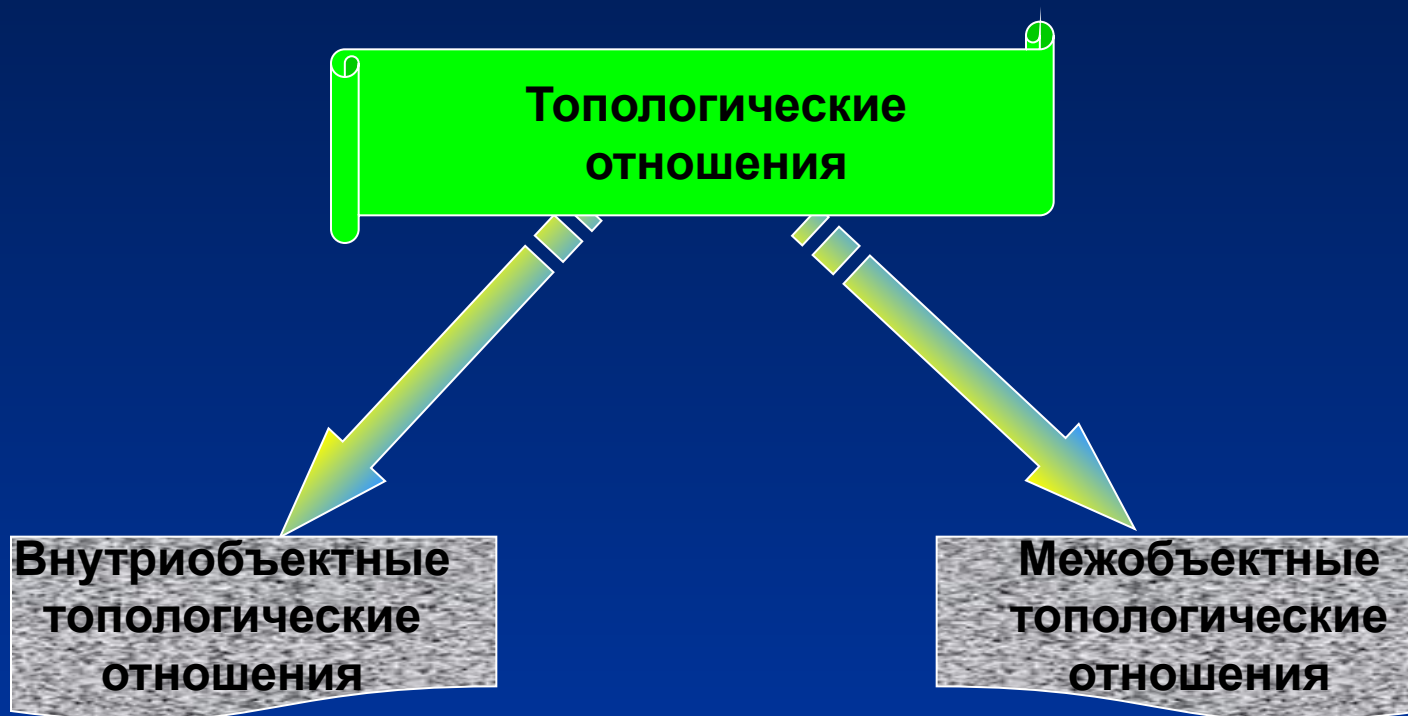
Топологическое пространство – математическое понятие, обобщающее понятие метрического пространства. Другими словами, топологическое пространство – множество элементов любой природы, в котором тем или иным способом определены предельные соотношения;

Метрическое пространство – множество точек (элементов) на котором задана метрика;

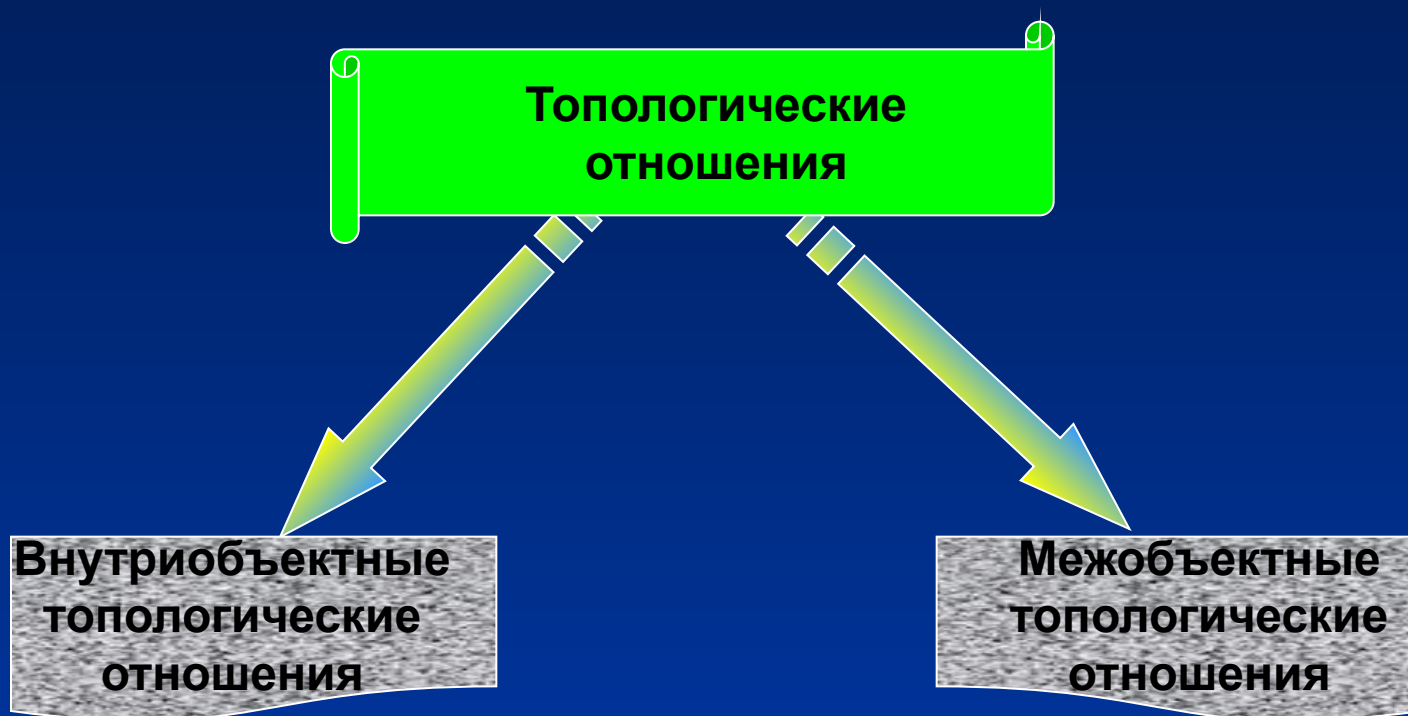
Метрика – математический термин, обозначающий формулу или правило для определения расстояния между любыми двумя точками (элементами) данного пространства.;

Топологические отношения позволяют переносить пространственные данные, изначально полученные в декартовой системе координат, на сферу и другие поверхности, определяет связи между объектами. Храня пространственную информацию о расположении объектов, топология создает базис для проведения различного рода анализов.

Виды топологических отношений



Виды топологических отношений



Внутриобъектные топологические отношения

Объект «Полигон

F1» Список координат
узлов
полигона F1

T1	T2
X_1, Y_1	X_2, Y_2
X_3, Y_3	X_4, Y_4

1

2

4

Объект «Полигон

F2» Список координат
узлов
полигона F2

T2	T3
X_1, Y_1	X_3, Y_3
X_2, Y_2	X_4, Y_4

2

3

4

← Список
объектов



Список координат узлов
хранится вместе со списком
объектов в результате чего
при редактировании вершин
могут возникать нарушения
межобъектных
топологических отношений



**Внутриобъектные
топологические
отношения**

**Узловая
топология**

**Линейно-
узловая
топология**

**Полигональная
топология**

**Объектно-
топологическа
я модель**



**Межобъектные
топологические
отношения**

```
graph TD; A[Межобъектные топологические отношения] --> B[Узловая топология]; A --> C[Линейно-узловая топология]; A --> D[Полигональная топология]; A --> E[Объектно-топологическая модель];
```

**Узловая
топология**

**Линейно-
узловая
топология**

**Полигональна
я топология**

**Объектно-
топологическа
я модель**

Узловая топология

Межобъектные топологические отношения

Объект «Полигон

F1»

Список указателей
на узлы
полигона F1

T1	T2	
T3	P ₂	P ₃

Объект «Полигон

F2»

Список указателей
на узлы
полигона F2

T2	T3	
T3	P ₂	P ₃

← Список
объектов



X ₁ , Y ₁	X ₂ , Y ₂	X ₃ , Y ₃	X ₄ [*] , Y ₄
---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	--

← Глобальный список
точек



Список координат узлов
хранится отдельно от списка
объектов в результате чего
при редактировании вершин
не возникают нарушения
топологических отношений

T
1

T
4

Узловая топология

Межобъектные топологические отношения

Объект «Полигон F1»
Список указателей на линии полигона F1

T1	T2
PL ₁	PL ₂

Объект «Полигон F2»
Список указателей на линии полигона F2

T2	T3
PL ₁	PL ₂

← Список объектов



← Глобальный список линий

L	L	L	L	L
P1 P	P2 P	P3 P	P4 P	P5 P
1	2	1	2	1

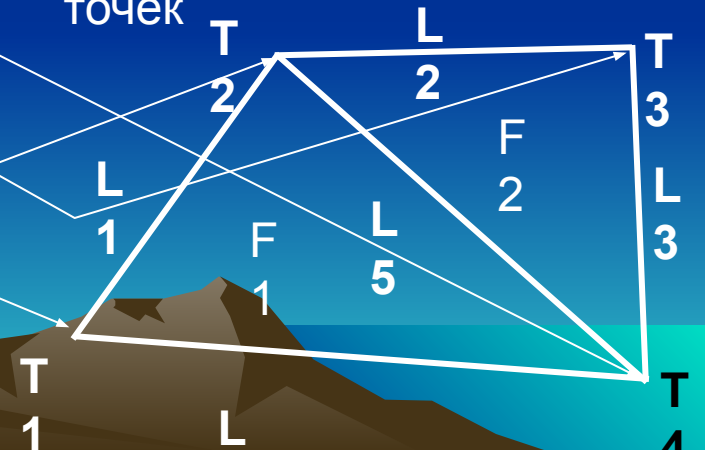
← Глобальный список точек

X ₁ , Y ₁	X ₂ , Y ₂	X ₃ , Y ₃	X ₄ , Y ₄
---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

← Глобальный список точек



Глобальные списки объектов, линий и координат точек хранятся отдельно друг от друга

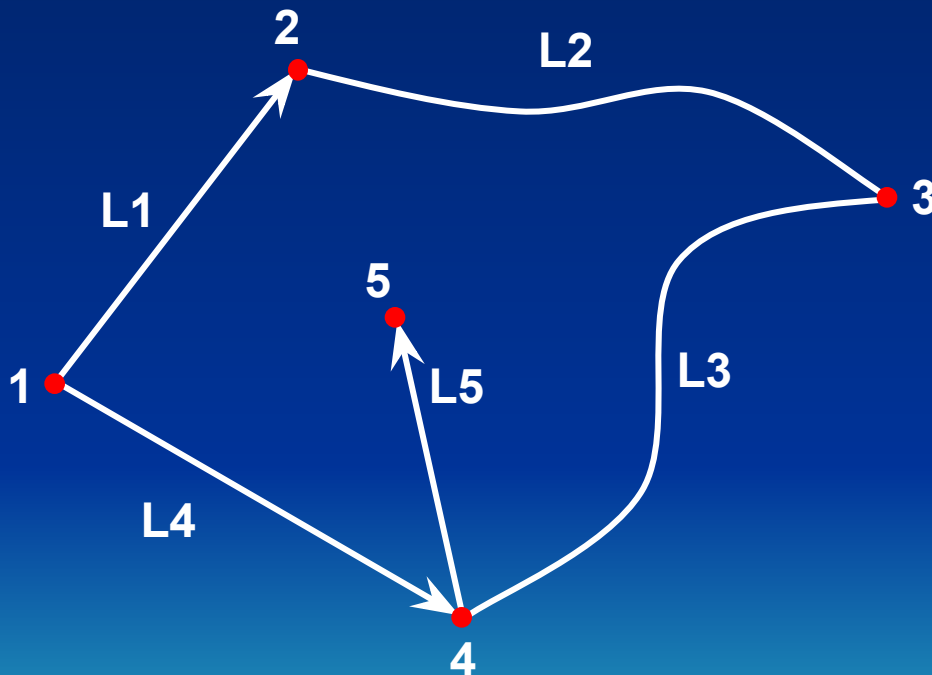


Один из примеров
практического
применения

Линейно- узловая топология

Межобъектные
топологические
отношения

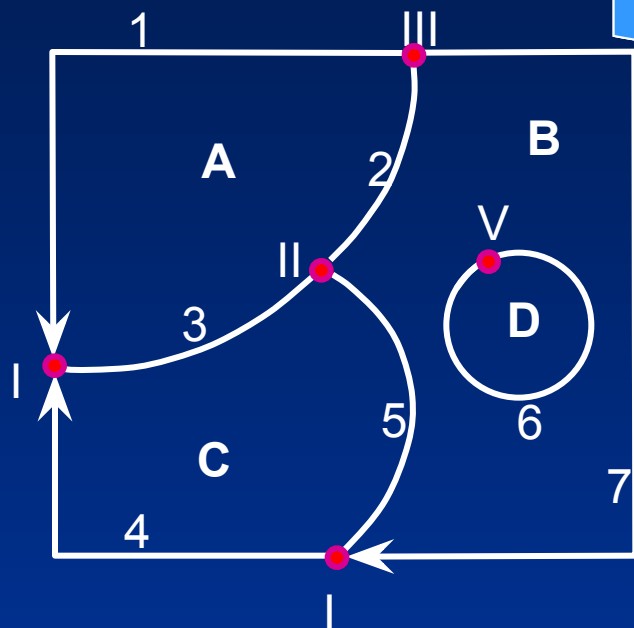
Задача: из точки «2» добраться в точку «5»



Линия	Начальный узел	Конечный узел
L1	1	2
L2	2	3
L3	4	3
L4	1	4
L5	4	5

L5 + L4 + L1
L5 + L3 + L2

Линейно-узловая топология



ID Полигона	Количество дуг	Список дуг
A	3	-1, -2 3
B	4	2 7 5 0 -6
C	3	-3 -5 4
D	1	6 , , ,

В

Объект «В» является

регионом

направление оцифровки дуг

V ID узла

A ID полигона

7 ID дуги

Полигональная топология

Межобъектные топологические отношения

Объект «Полигон F1»

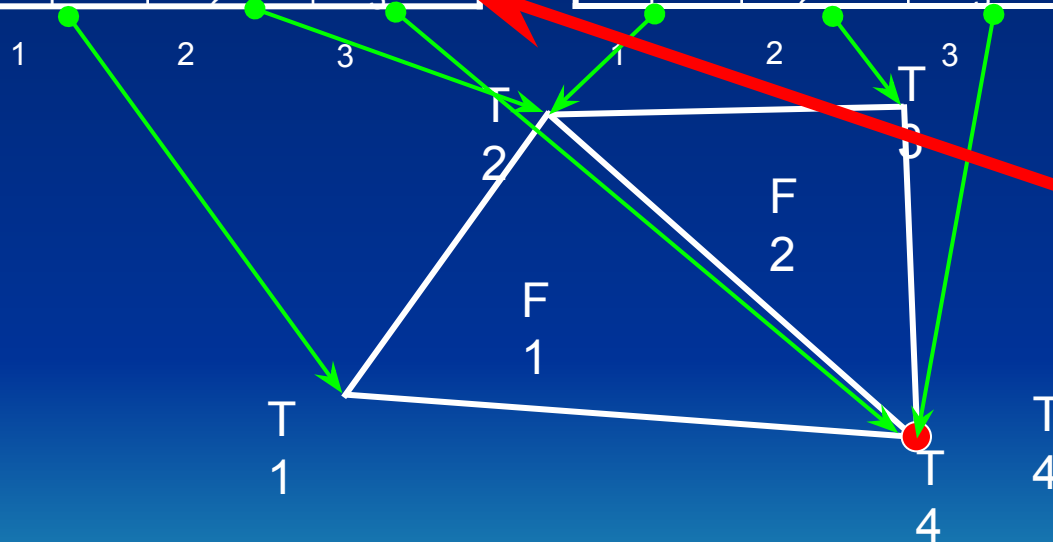
Список координат узлов полигона F1

N1	N2	N3
X ₁ , Y ₁	X ₂ , Y ₂	X ₃ , Y ₃

Объект «Полигон F2»

Список координат узлов полигона F2

N1	N2	N3
X ₁ , Y ₁	X ₂ , Y ₂	X ₃ , Y ₃

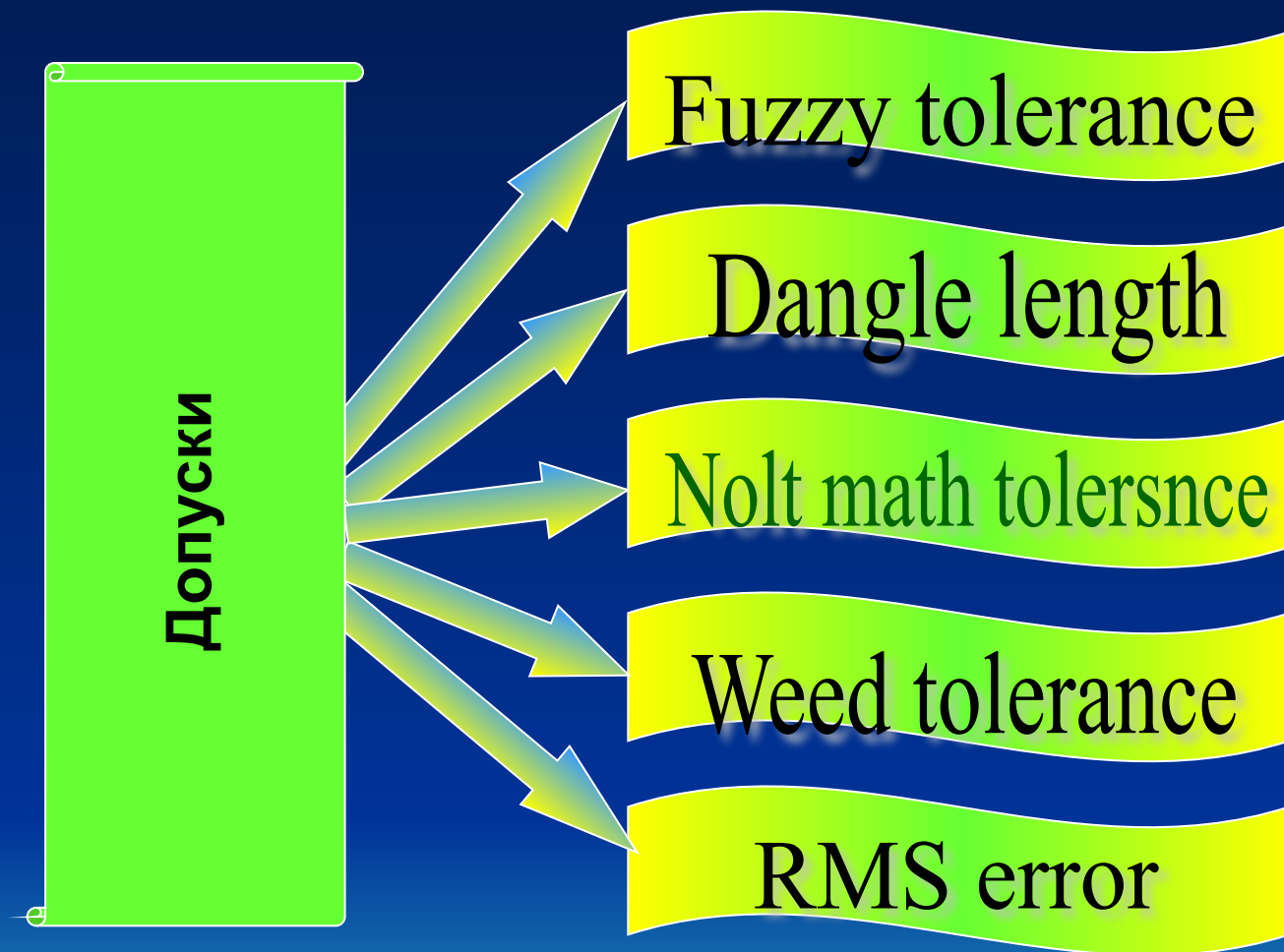


← Список объектов

Таблица топологических отношений

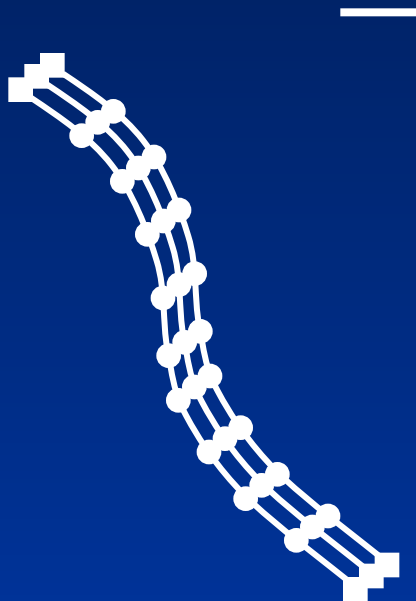
Тип отношений	Элемент 1	Элемент 2
ТПО_У	F ₁ N ₂	F ₂ N ₁
ТПО_У	F ₁ N ₃	F ₂ N ₃
ТПО_Л	F ₁ N ₂ N ₃	F ₁ N ₁ N ₃

Виды допусков



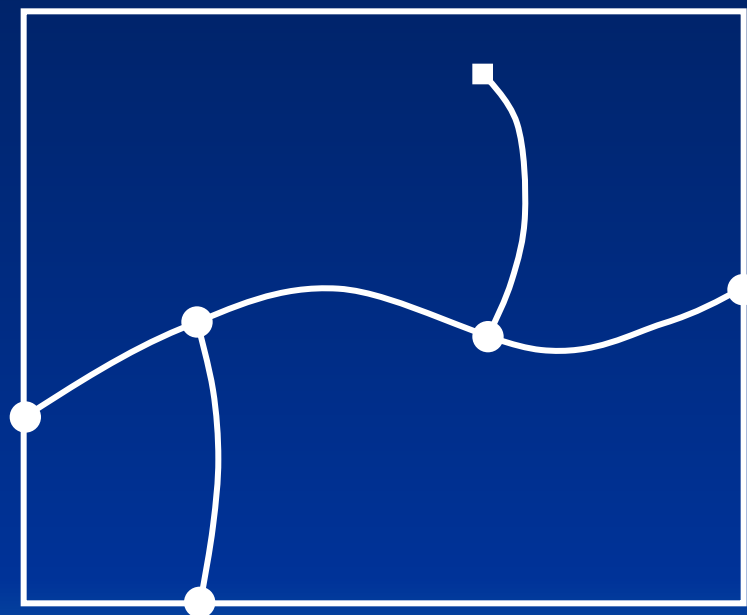
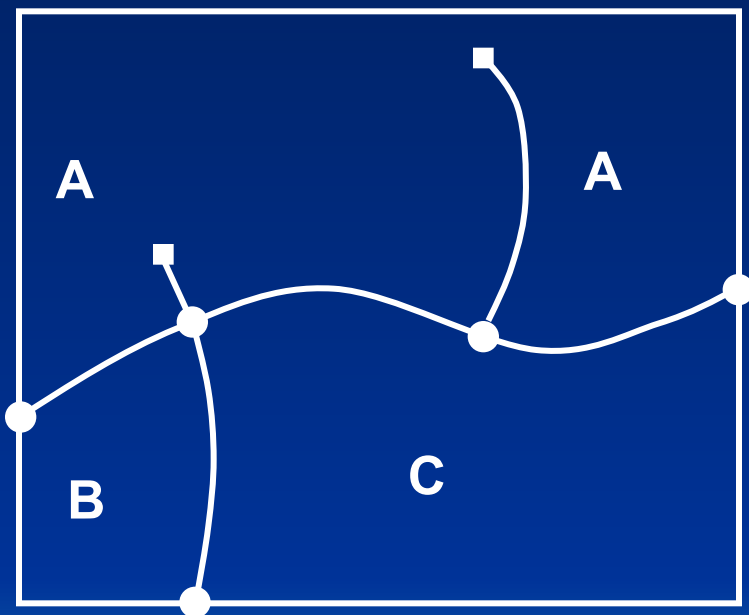
Допуски в географическом разрешении

Fuzzy tolerance



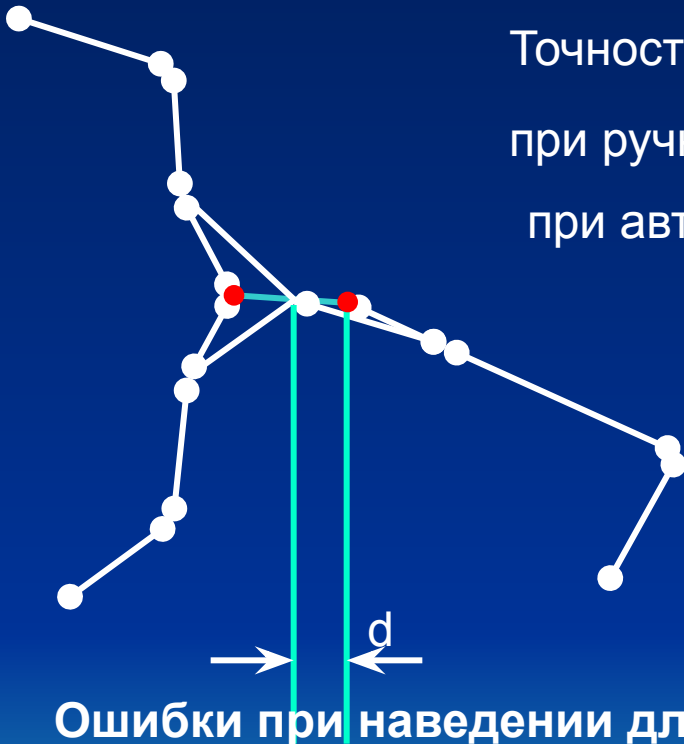
Расстояние неразличимости (картографическое разрешение) – минимальное расстояние, разделяющее координаты дуг в слое. Точки двух (или более) дуг, расстояние между которыми меньше установленного расстояния неразличимости, сливаются в одну. При этом не делается никакого различия между узлами и вертексами.

Fuzzy tolerance



Висячая дуга – дуга, имеющая один и тот же полигон как с левой, так и с правой стороны. Длина висячей дуги определяет наименьшую допустимую длину висячей дуги в слое. Все висячие дуги, имеющие длину меньше указанной удаляются

Dangle length



Точность позиционирования (наведения на вершину):

при ручной векторизации – $0,005'' = 0,13 \text{ мм}$

при автоматической векторизации – $0,002'' = 0,051 \text{ мм}$

Ошибки при наведении для этих двух точек равновероятны

Определение точности позиционирования (электронной карты) определяется между точками, которые можно объективно показать при векторизации.

Nolt math tolersnce

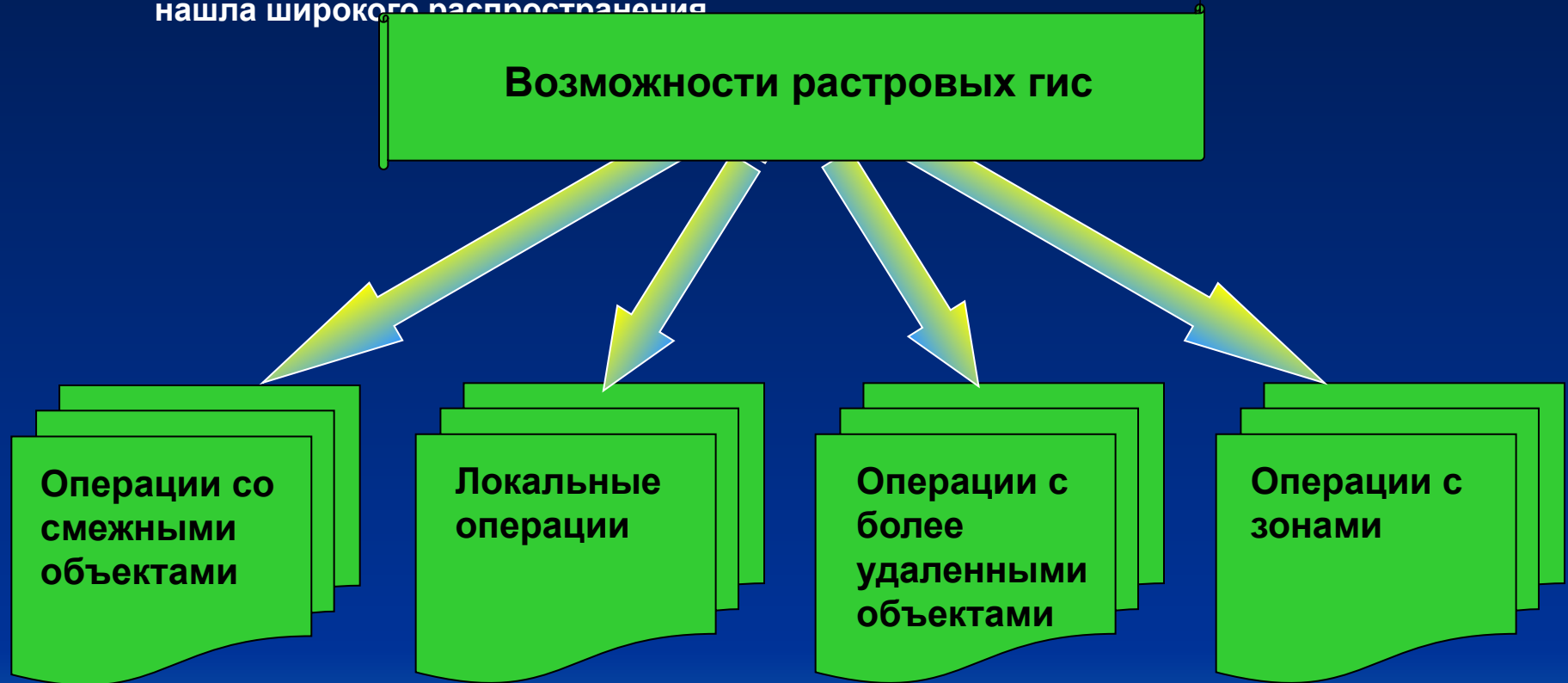
Дискретность дуги определяет расстояние, на которое «прореживаются» координаты точек, в процессе работы системы цифрования. Каждая новая вершина текущей дуги будет отстоять от предыдущей на расстояние, превышающее заданную дискретность дуги. В противном случае они уничтожаются.

Weed tolerance

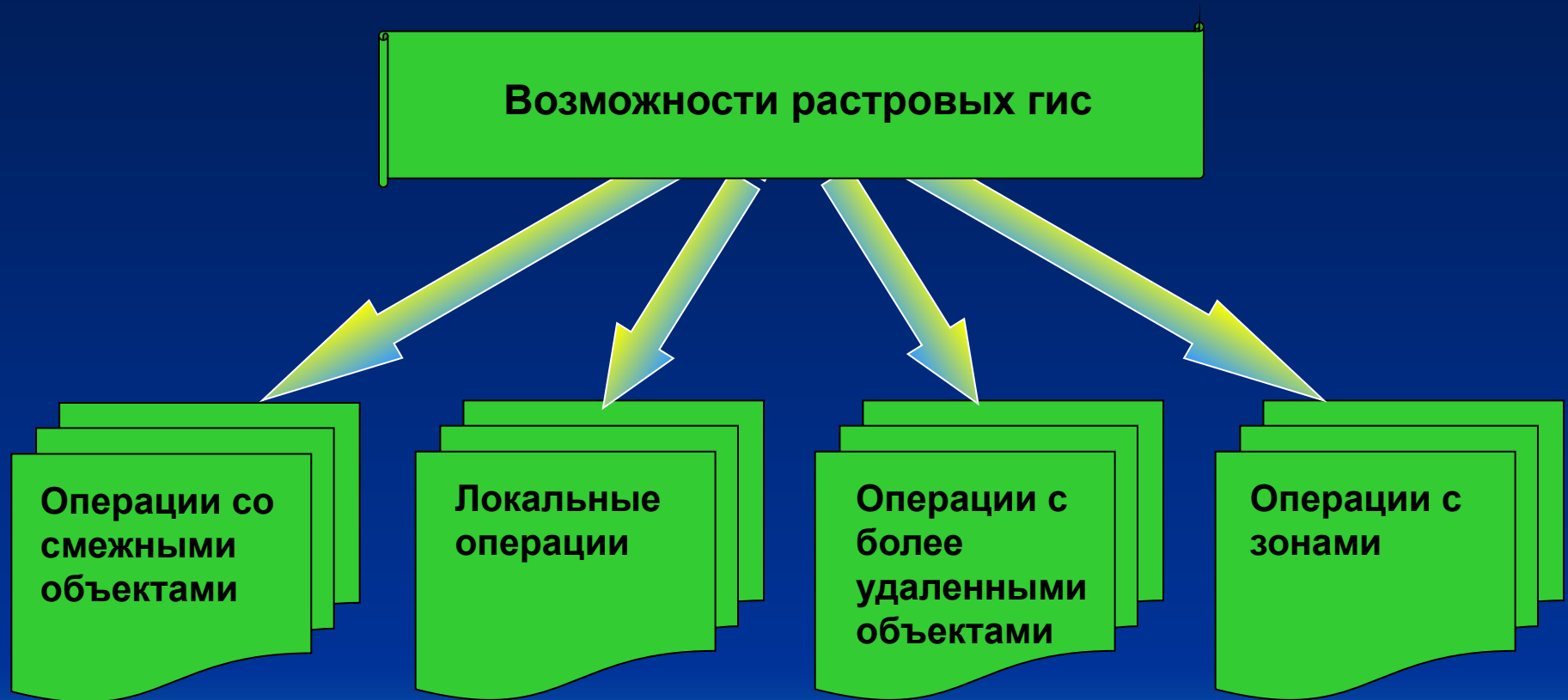
Среднеквадратическая ошибка установки регистрационных точек и представляет собой ошибку повторной установки курсора на существующие регистрационные точки. Наилучшая точность, которая может быть достигнута – 0,003 дюйма. Качество самого источника цифрования очень влияет на эту величину.

Работа с растровыми слоями

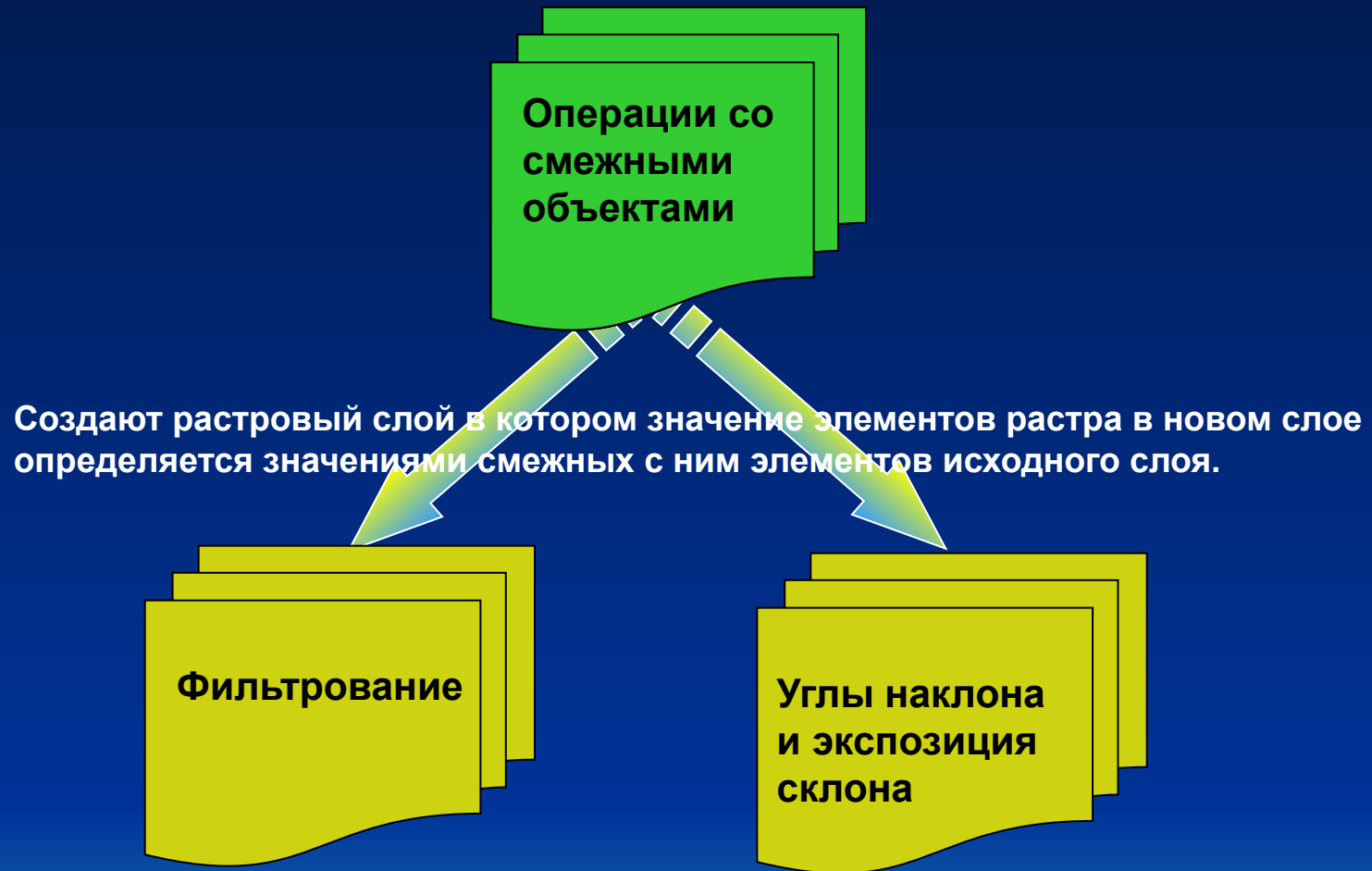
Мысли в слух: многообразие функций обслуживающих растровые данные обусловило попытки их систематизации, но ни одна из предложенных классификаций пока не нашла широкого распространения



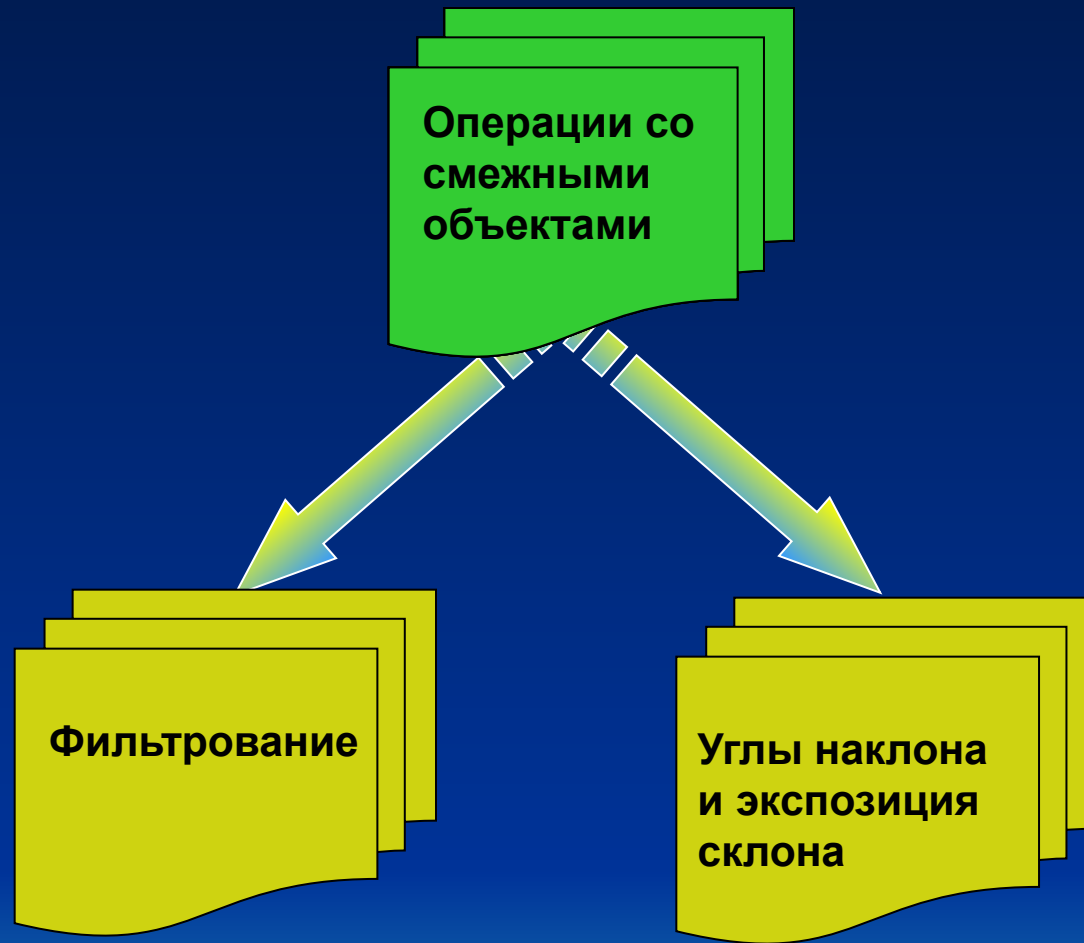
Работа с растровыми слоями



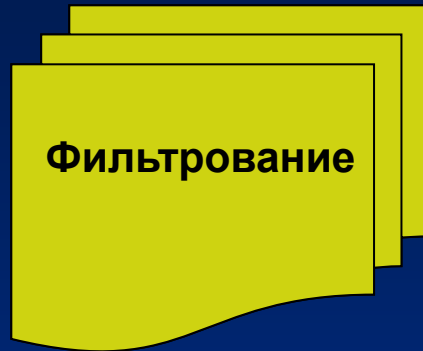
Работа с растровыми слоями



Работа с растровыми слоями



Работа с растровыми слоями



Операция осуществляется путем перемещения «Окна» по всему растру, при этом многие окна имеют размер 3x3 ячейки.

Новое значение для центральной ячейки окна представляет собой среднее или средневзвешенное всех значений окна.

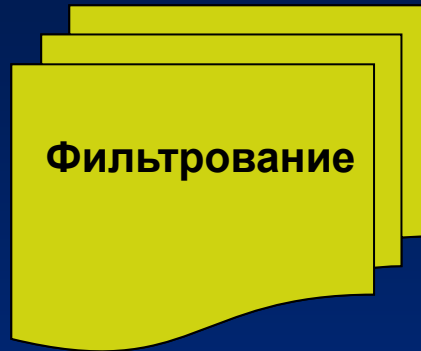
Изменяя вес, можно произвести:

Сглаживание (фильтр с низкой пропускной способностью, ликвидирует или смягчает детальность)

Объединение смежных ребер (фильтр с высокой пропускной способностью, усиливает детальность)

Если, используются весовые коэффициенты, то сумма весов для окна должна составлять 1

Работа с растровыми слоями



Фильтрация удобно для усиления детальности вводимого в ГИС изображения и для сглаживания слоев с целью выявления общих тенденций

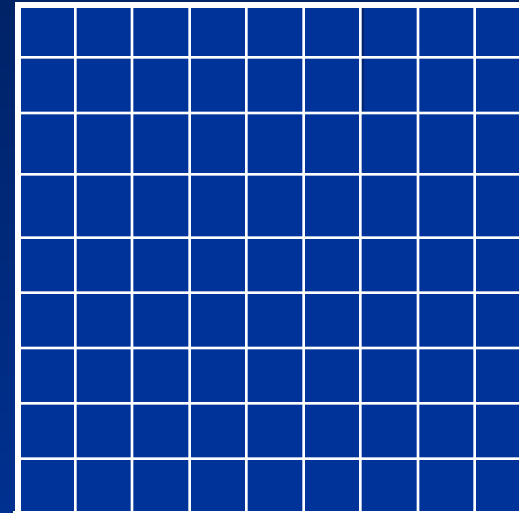
0,11	0,11	0,11
0,11	0,11	0,11
0,11	0,11	0,11

Например каждое значение заменяется простым **НЕВЗВЕШЕННЫМ** средним, рассчитанным для самого значения и восьми смежным с ним

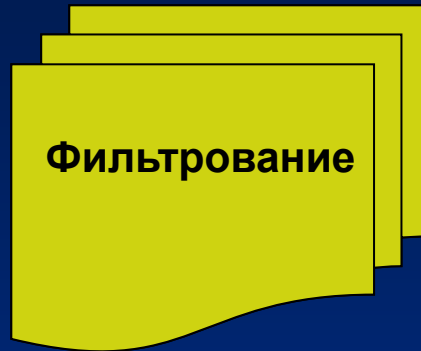
Существенно сглаживается пространственная вариация слоя данных

Каждое значение заменяется простым невзвешенным средним,
рассчитанным для самого значения и восьми смежным с ним

99 93 124	99 120 65	160 138 39	139 167 129	117 192 152	212 5 53	18 26 96	32 0 136	167 138 210
20 48 173	115 91 38	179 237 135	179 237 135	117 125 53	84 24 150	44 236 26	113 69 222	191 69 172
66 22 8	82 201 75	60 122 65	87 11 123	52 220 150	192 236 84	138 21 162	104 245 29	235 168 89
186 136 143	55 119 190	192 102 230	165 89 27	47 20 110	245 138 126	40 57 83	200 13 132	193 204 83
190 23 162	182 4 110	103 70 251	248 56 97	101 72 128	35 132 246	248 205 172	231 223 106	31 243 203
205 178 106	187 71 91	111 105 146	142 232 168	112 177 16	193 102 127	178 102 4	43 42 130	104 27 70
164 217 127	48 229 95	83 197 56	112 194 63	97 101 134	69 148 53	25 52 177	129 47 253	120 1 109
114 60 224	156 95 99	219 149 238	20 228 28	166 230 59	242 216 113	74 192 227	210 45 28	3 39 86
132 84 221	66 66 46	88 1 189	125 196 213	98 50 83	105 39 168	48 260 222	148 186 37	66 7 211



Работа с растровыми слоями

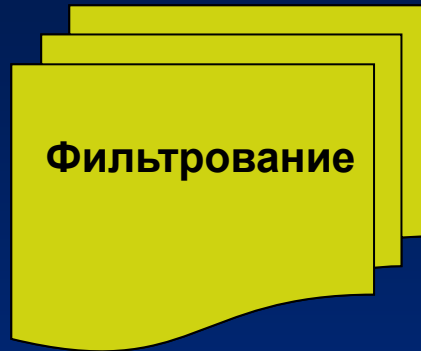


Исходному значению элемента раstra придается, допустим, двенадцатикратный вес смежных с ним значений

Слегка сглаживает слой

0,05	0,05	0,05
0,05	0,60	0,05
0,05	0,05	0,05

Работа с растровыми слоями



Слегка усиливает детальность путем присвоения смежным элементам отрицательных весов.

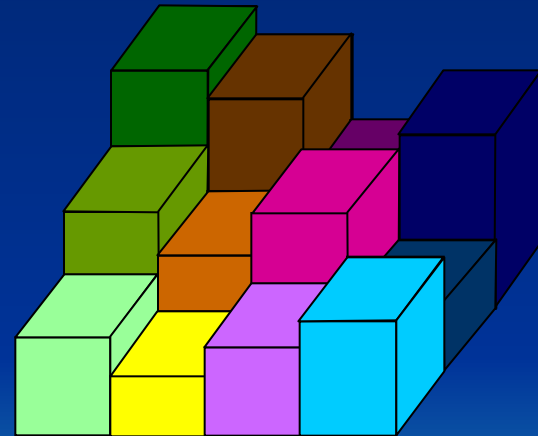
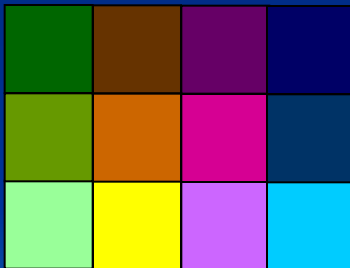
Происходит пространственное фильтрование

-0,1	-0,1	-0,1
-0,1	1,8	-0,1
-0,1	-0,1	-0,1

Работа с растровыми слоями



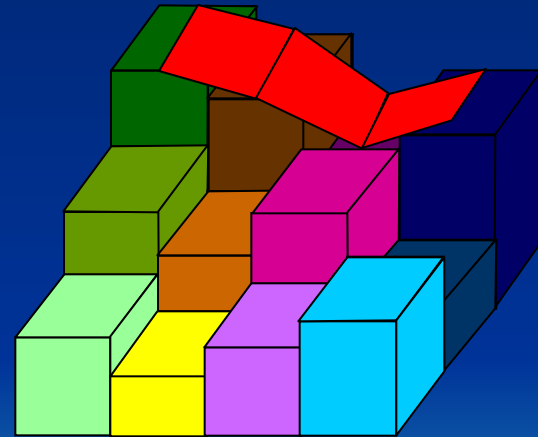
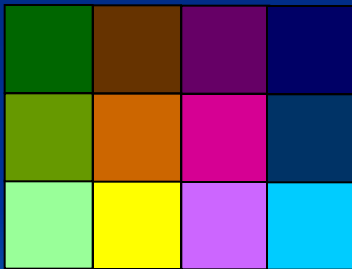
Если значения элементов растрового слоя соответствуют высотам, можно построить объемную модель.



Работа с растровыми слоями

Углы наклона
и экспозиция
склона

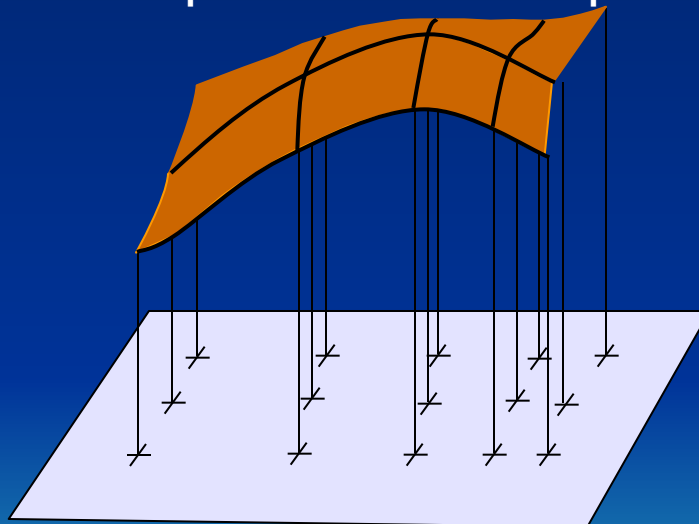
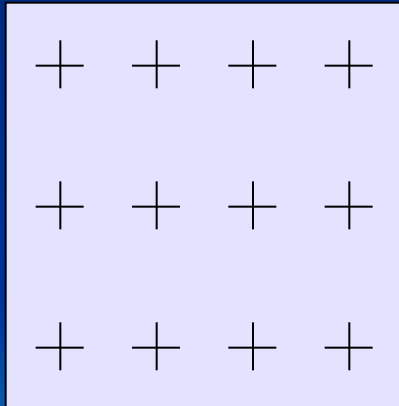
Исходя из разницы значений элементов растра и смежных с ним элементов, можно рассчитать крутизну склонов



Работа с растровыми слоями

Углы наклона
и экспозиция
склона

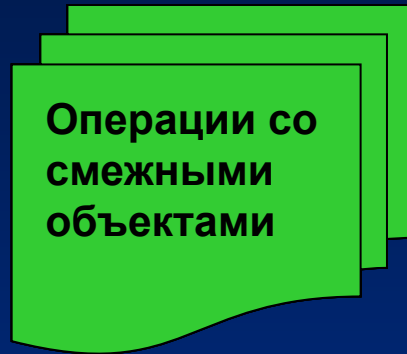
По заданным высотам или любым значениям элементов растра можно построить профили поперек растра. При последующем их смещении и удалении невидимых линий можно построить объемное изображение (3D изображение)



Направление уклона, т.е. местная “ориентировка” поверхности в ГИСах называется экспозицией. При этом экспозиция измеряется в градусах от северного направления.

Традиционно угол наклона и экспозиция используются при расчете баланса энергии, моделировании процессов эрозии или стока.

Работа с растровыми слоями



Создают новый слой из данных одного или нескольких исходных слоев. При этом значения для каждого нового элемента растра определяются значениями того же элемента растра в исходном слое.

Распространенной операцией является перекодирование в которой используется только один исходный слой. Перекодирование позволяет:

Дать новые значения элементам растра путем отнесения элементов исходного растра к классам или рангам. Например 0-499 получает новое значение 1, 500-999 получает значение 2, >1000 – 3.

Рассортировать уникальные значений исходного слоя и заменить их баллами. Например 0, 1, 5, 7 становятся соответственно 1, 2, 3, 4. Такой подход позволяет рассчитать возможности, пригодности.

В некоторых системах возможен весь спектр математических операций, например
новое значение = $(2 \cdot \text{исходное значение} + 3)^2$

Дать новое значение каждому уникальному значению в исходном слое

Пример практического использования локальных операций.

Чистка растра

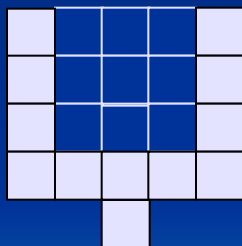
Заполнять пиксели с более чем **6** соседями

Удалять пиксели с менее чем **1** соседями

Замечание: каждый пиксель на растровом поле соседствует с 8 другими

Заполнять пиксели с более чем соседями. Если черный пиксель имеет большее число белых соседей, чем указанное значение, он заливается белым.

Удалять пиксели с менее чем соседями. Если белый пиксель имеет меньшее число соседствующих с ним белых соседей, чем указанное значение, он удаляется.

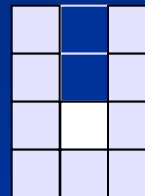
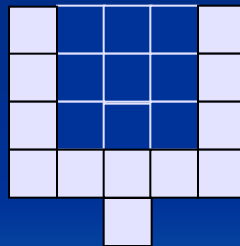


Пример практического использования операции «Фильтрация»

Чистка растра

Заполнять пиксели с более чем **6** соседями

Удалять пиксели с менее чем **1** соседями

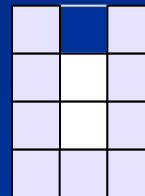
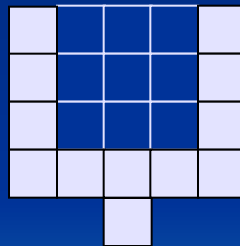


Пример практического использования операции «Фильтрация»

Чистка растра

Заполнять пиксели с более чем **5** соседями

Удалять пиксели с менее чем **1** соседями

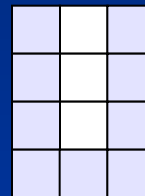
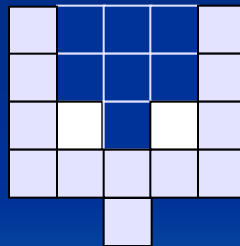


Пример практического использования операции «Фильтрация»

Чистка растра

Заполнять пиксели с
более чем
удалять пиксели с
менее чем

4 соседя
1 ми
соседя
соседя
ми

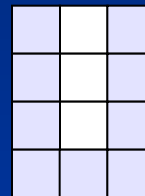
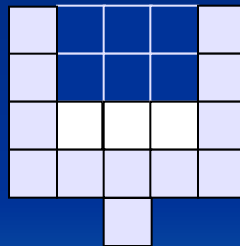


Пример практического использования операции «Фильтрация»

Чистка растра

Заполнять пиксели с более чем **4** соседями

Удалять пиксели с менее чем **1** соседями

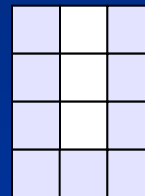
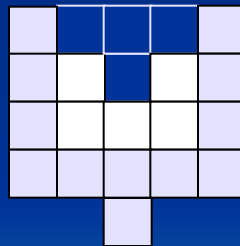


Пример практического использования операции «Фильтрация»

Чистка растра

Заполнять пиксели с более чем **4** соседями

Удалять пиксели с менее чем **1** соседями

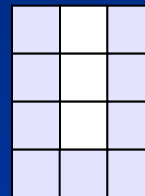
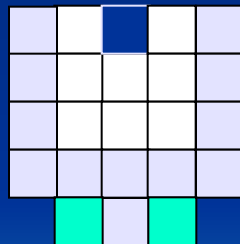


Пример практического использования операции «Фильтрация»

Чистка растра

Заполнять пиксели с более чем **3** соседями

Удалять пиксели с менее чем **1** соседями

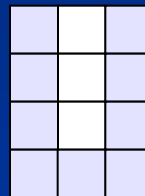
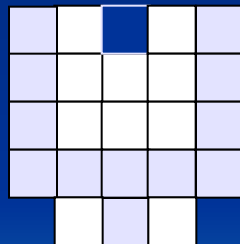


Пример практического использования операции «Фильтрация»

Чистка растра

Заполнять пиксели с более чем **3** соседями

Удалять пиксели с менее чем **1** соседями

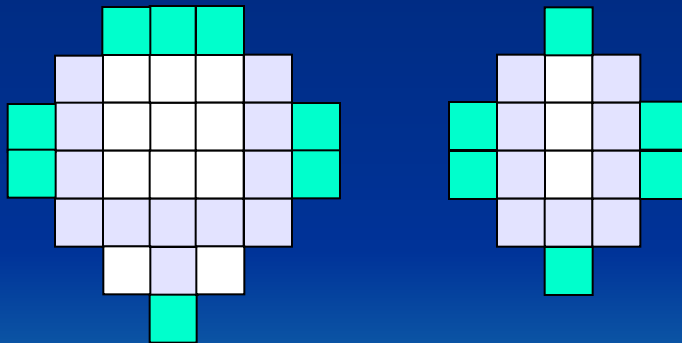


Пример практического использования операции «Фильтрация»

Чистка растра

Заполнять пиксели с более чем **3** соседями

Удалять пиксели с менее чем **1** соседями

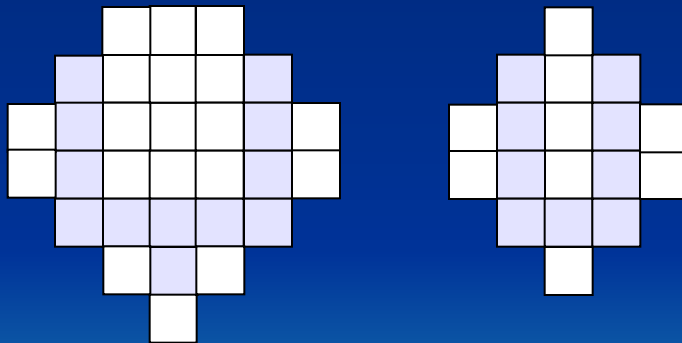


Пример практического использования операции «Фильтрация»

Чистка раstra

Заполнять пиксели с более чем **2** соседями

Удалять пиксели с менее чем **1** соседями

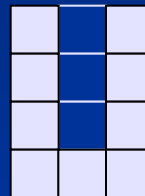
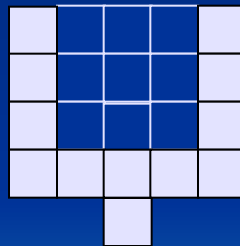


Пример практического использования операции «Фильтрация»

Чистка растра

Заполнять пиксели с более чем **8** соседями

Удалять пиксели с менее чем **2** соседями

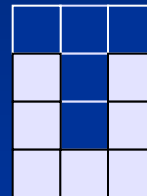
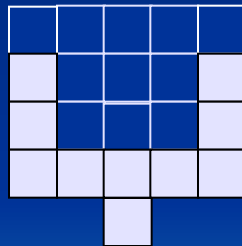


Пример практического использования операции «Фильтрация»

Чистка раstra

Заполнять пиксели с более чем **8** соседями

Удалять пиксели с менее чем **2** соседями

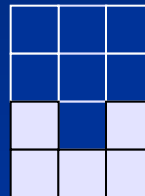
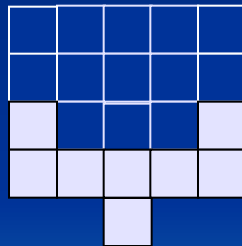


Пример практического использования операции «Фильтрация»

Чистка раstra

Заполнять пиксели с более чем **8** соседями

Удалять пиксели с менее чем **3** соседями



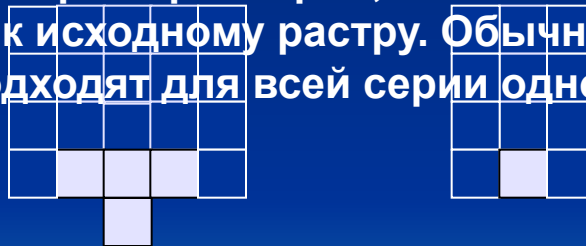
Пример практического использования операции «Фильтрация»

Чистка растра

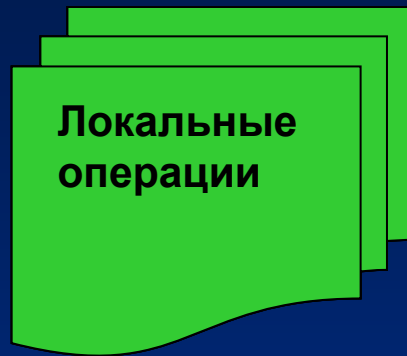
Заполнять пиксели с более чем **8** соседями

Выводы. Чистка растра позволяет осуществить фильтрацию монохромного растра (удалять дисперсионный шум, «прыжки» точек полилиний и закрывать локальные пустоты в полилиниях).

Практические рекомендации. Выбирается небольшой характерный участок растрового материала и выделяется в отдельный файл. На нем подбираются параметры фильтрации, отказываясь от сохранения при неудачном выборе параметров, а затем эти (подобранные) параметры применяются к исходному растру. Обычно один раз подобранные параметры подходят для всей серии однородных материалов.



Работа с растровыми слоями



Наложение объектов.

Наложение имеет место при пересечении слоев. При этом имеют место следующие операции:

Результирующее значение

Результирующее значение определяется по таблице значений.

например

Слой 1	слой 2	новый слой
C	A	1
C	B	2
D	A	3
D	B	4

Результирующее значение определяется по таблице значений от двух и более исходных значений

Результирующее значение определяется по таблице значений от двух и более исходных значений

Результирующее значение определяется по таблице значений (по меньшему) из исходных значений

Слой можно комбинировать, применяя арифметические действия, например

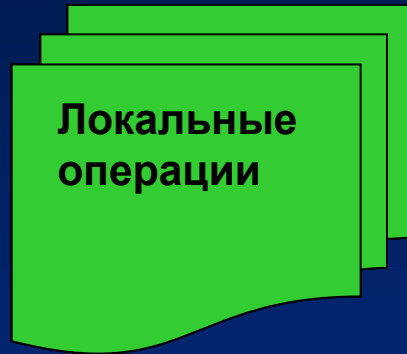
X и Y – данные исходных слоев, Z- результирующее значение

$Z = X+Y$, $Z=X*Y$, $Z=X/Y$

Результирующее значение является комбинация с использованием логических условий

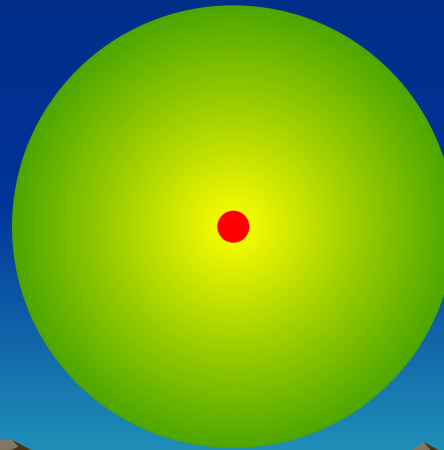
Можно присвоить новое значение каждой уникальной комбинации исходных значений

Работа с растровыми слоями

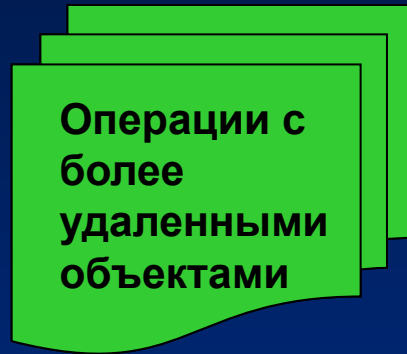


Наиболее распространенными операциями являются –
вычисление расстояний и построение буферных зон.

Значение каждой ячейки в новом слое – это расстояние от данной
ячейки до исходной



Работа с растровыми слоями

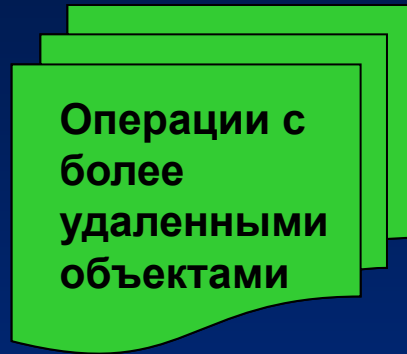


Операцию буферизации можно представить визуально как пространственное расширение объекта на заданное расстояние

В результате получается слой со значениями:

- 1 – если находится внутри исходного объекта;
- 2 – если в пределах буферной зоны;
- 0 – если вне объекта и его зоны.

Работа с растровыми слоями



Операцию буферизации можно представить визуально как пространственное расширение объекта на заданное расстояние

Применяется для построения зон шумового загрязнения вдоль дорог, запретных зон вокруг опасных объектов.

Во многих программах для выполнения буферизации пользователь должен сначала определить расстояние, а затем переклассифицировать слои полученных данных. Коэффициент расширения можно менять, используя другой слой, слой “трения”



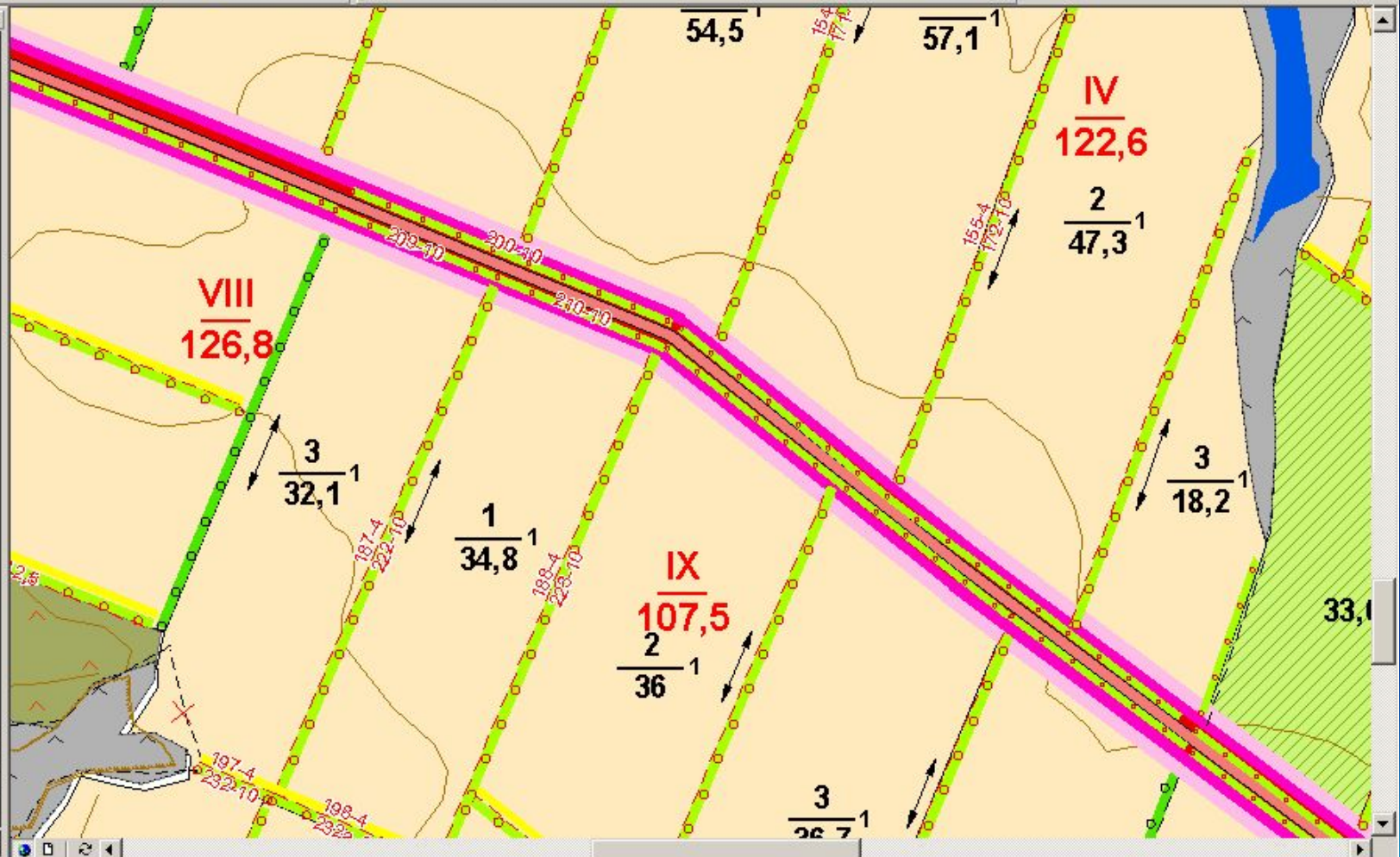
Файл Правка Вид Вставка Выборка Инструменты Окно Справка

1:10 856 100%

Задачи: Создать новый объект Целевые слои: а

Привязка Слой:

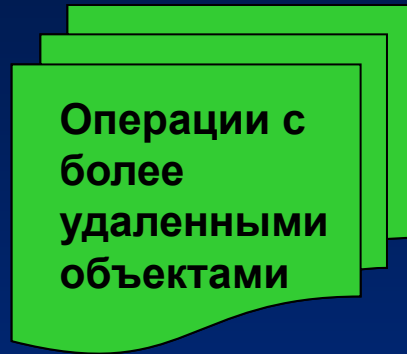
- Layers
- ☒ Направление
 - ☒ рабуч
 - ☐ ГрПоля
 - ☒ Поля
 - ☒ Проекти
 - ☒ ГРАНИЦ
 - ☒ Технолс
 - ☒ Границе
 - ☒ Запроект
 - ☒ Магистр
 - ☒ а
 - ☒ Существ
 - ☒ Овраги
 - ☐ MAG_D
 - ☒ Горизон
 - ☒ Летний
 - ☒ Река
 - ☒ Дороги
 - ☒ Ручей
 - ☒ Магилы
 - ☒ Посторс
 - ☒ Фермы
 - ☒ Сенокос
 - ☒ Лес
 - ☒ Населен
 - ☒ Сад
 - ☒ Пруды
 - ☒ Произвс
 - ☒ Пастбиш
- Отображение



Действия

Arial 10,00 В I U A

Работа с растровыми слоями

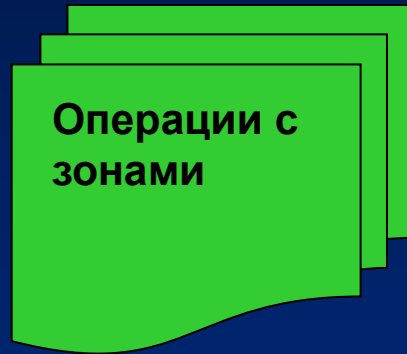


Сравнивая смежные элементы растра, можно выявить все участки или зоны, имеющие одно и то же значение.

При этом, каждой зоне придается уникальный номер.

Значение каждого элемента растра хранится под номером его зоны.

Работа с растровыми слоями



Используя эти операции можно:

Определить площадь зоны

- просуммировать количество элементов в каждой зоне (можно умножить полученное значение на площадь элемента растра. При этом полученное значение присваивается элементу растра вместо номера зоны.

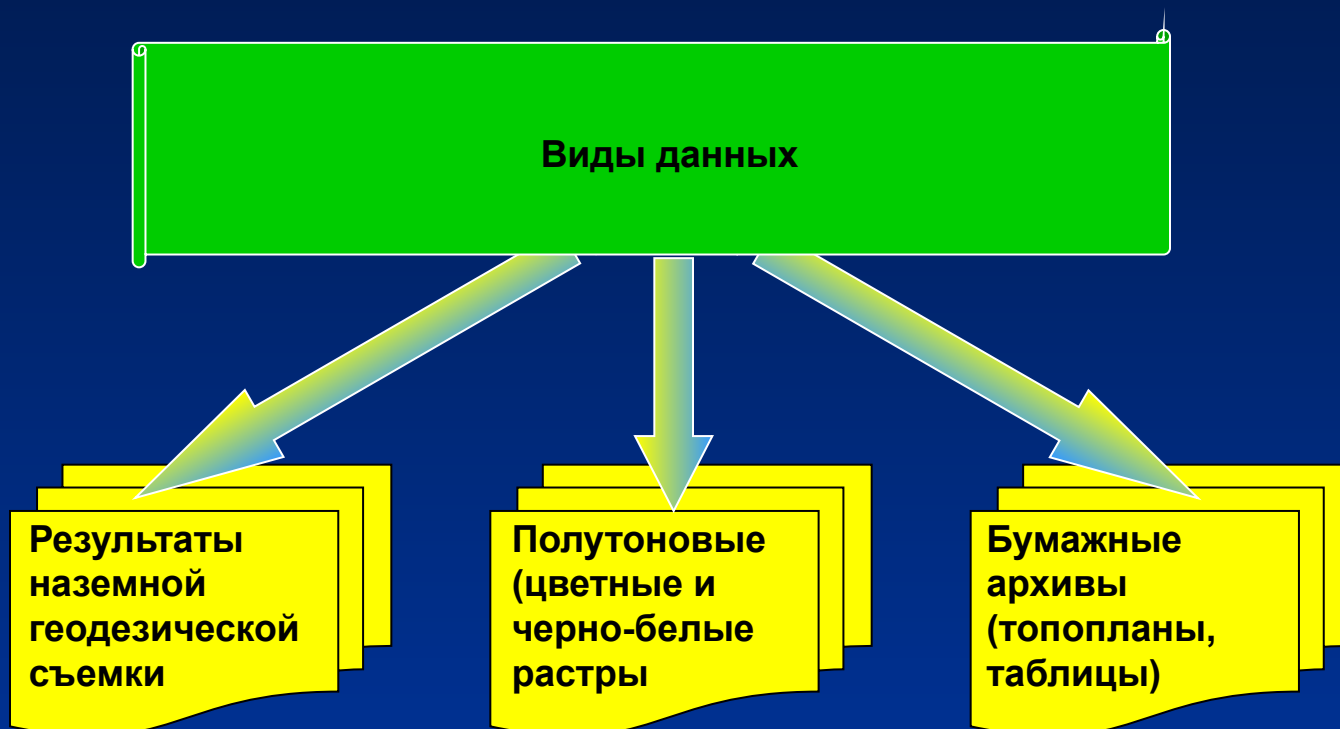
Определить периметр зоны

- Периметр вычисляется путем суммирования количества внешних сторон ячеек в каждой зоне.

Рассчитать форму зоны

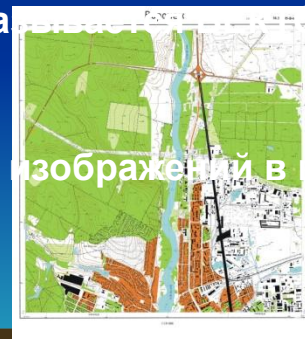
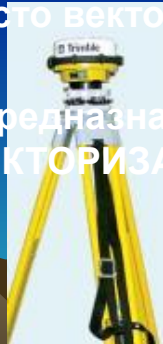
Форма зоны определяется путем сравнения длины периметра с квадратным корнем из его площади. Разделив полученную величину на 3,54 имеем значение, изменяющееся от 1 для круга до 1.13 для квадрата и вплоть до бесконечности для длинных узких извилистых зон.

Векторизация по растру



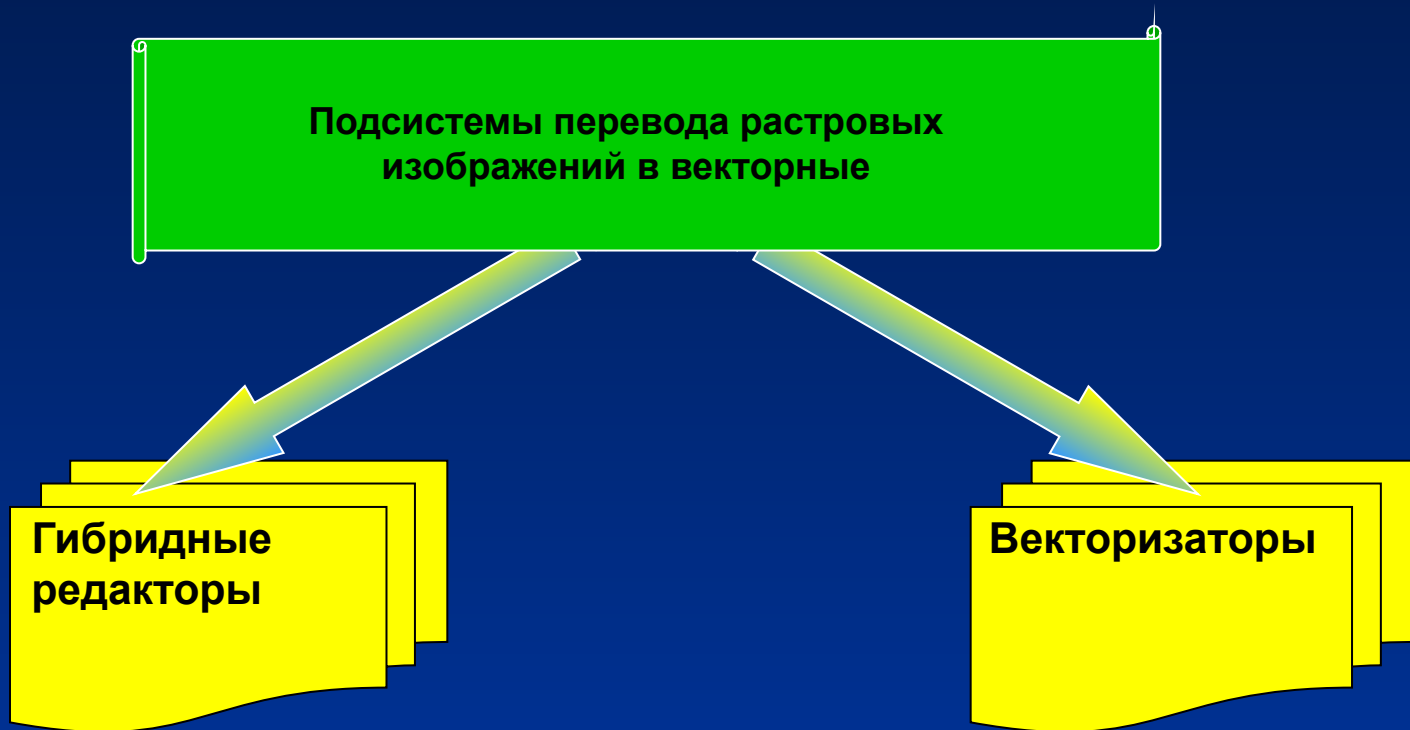
Процесс перевода растровых изображений в векторные называется **ВЕКТОРИЗАЦИЯ ПО РАСТРУ** или просто **векторизация**.

Инструменты предназначенные для перевода растровых изображений в векторные называются **ВЕКТОРИЗАТОРЫ**.



Переведенные в цифровой формат – растровые изображения

Векторизация по растру



Позволяют трансформировать растр, редактировать растр, выявлять объекты раstra, чистить растр, (производить фотоделение раstra, формировать растровые раstra), чистые слои (горизонталь и вертикаль), цвет, организацию признаку выделяется тематический слой горизонталь) но не содержит фотограмметрической подсистемы. Обладают инструментами полуавтоматической и автоматической векторизации.

Представители: «Талка» «Фотомод»

Представители: «EasyTrace», «Digitel», «Vectot»

Векторизация по растру

Стратегия трассировки.
Опции.

Максимальный
разрыв

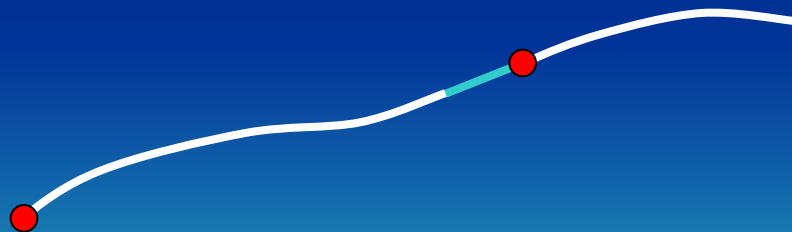
Минимальный
отрезок

Минимальная
развилка

Точность
аппроксимации

Угол
поиска

Максимальный разрыв - величина возможного разрыва в линиях, либо размер пропуска в пункте (в пикселах)



Векторизация по растру

Стратегия трассировки.
Опции.

Максимальный
разрыв

Минимальный
отрезок

Минимальная
развилка

Точность
аппроксимации

Угол
поиска

Минимальная длина отрезка (в пикселях) которая при разветвлении должна рассматриваться как возможное продолжение трассы



Векторизация по растру

Стратегия трассировки.
Опции.

Максимальный
разрыв

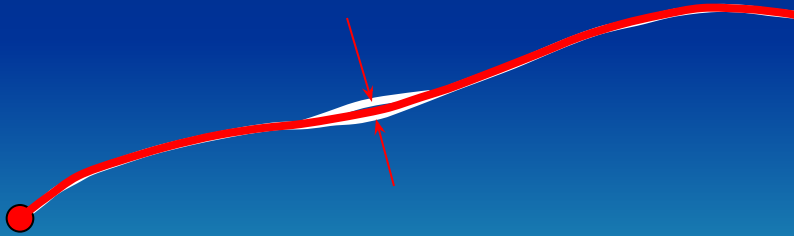
Минимальный
отрезок

Минимальная
развилка

Точность
аппроксимации

Угол
поиска

Минимальная длина отрезка (в пикселях) которая используется для игнорирования локальных пустот в полилиниях.



Векторизация по растру

Стратегия трассировки.
Опции.

Максимальный
разрыв

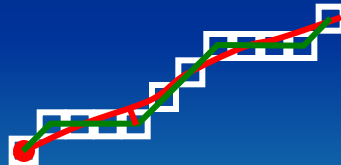
Минимальный
отрезок

Минимальная
развилка

Точность
аппроксимации

Угол
поиска

Точность аппроксимации – максимальное отклонение прокладываемой трассы от пикселей. Отсюда следует, что ошибка при векторизации по растру М 1:10000 с разрешением 400 пикселей на дюйм приближается к 50 см что вполне достаточно для векторизации сельхозземель (горизонталей и др объектов), а для известных объектов координаты необходимо задавать с клавиатуры



Векторизация по растру

Стратегия трассировки.
Опции.

Максимальный
разрыв

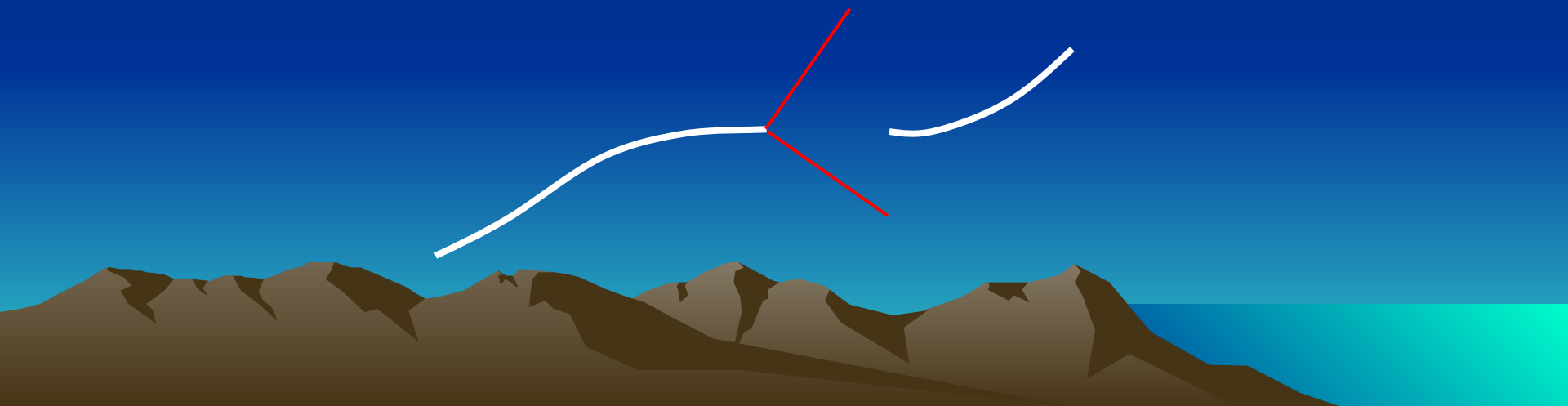
Минимальный
отрезок

Минимальная
развилка

Точность
аппроксимации

Угол
поиска

Угол поиска при разрыве - угол (в градусах) полного раскрытия конуса поиска. Максимальное значение- 90 градусов






Shapefile

Справка: формат данных так называемый шейпфайл (Shapefile) был разработан компанией ESRI для программного продукта ArcView GIS. Shapefile содержит топологическую геометрическую и атрибутивную информацию для набора объектов. Геометрия объекта хранится как форма, содержащая набор векторных координат, т.е. не содержит топологической настройки.

Преимущества – более быстрая отрисовка и возможность редактирования. Работают с объектами, которые могут перекрываться или совсем не соприкасаться. Требуют меньше дисковой памяти и более просты при чтении и записи. Функционал Shapefile и покрытий идентичен.

Работают с объектами в форме точек, линий и полигонов (полигоны должны быть представлены в виде замкнутых фигур). Атрибутивные данные содержатся в формате dBase и находятся в связи «один к одному» с соответствующей записью объекта.

Shapefile состоит из главного файла, индексного файла и таблицы dBase.

	Пашня_LINES.SHX	1 КБ	Файл "SHX"
	Пашня_LINES.SHP	166 КБ	Файл "SHP"
	Пашня_LINES.DBF	1 КБ	Файл "DBF"

Shapefile

Пашня_LINE.SHP – главный файл




Пашня_LINE.SHX – индексный файл

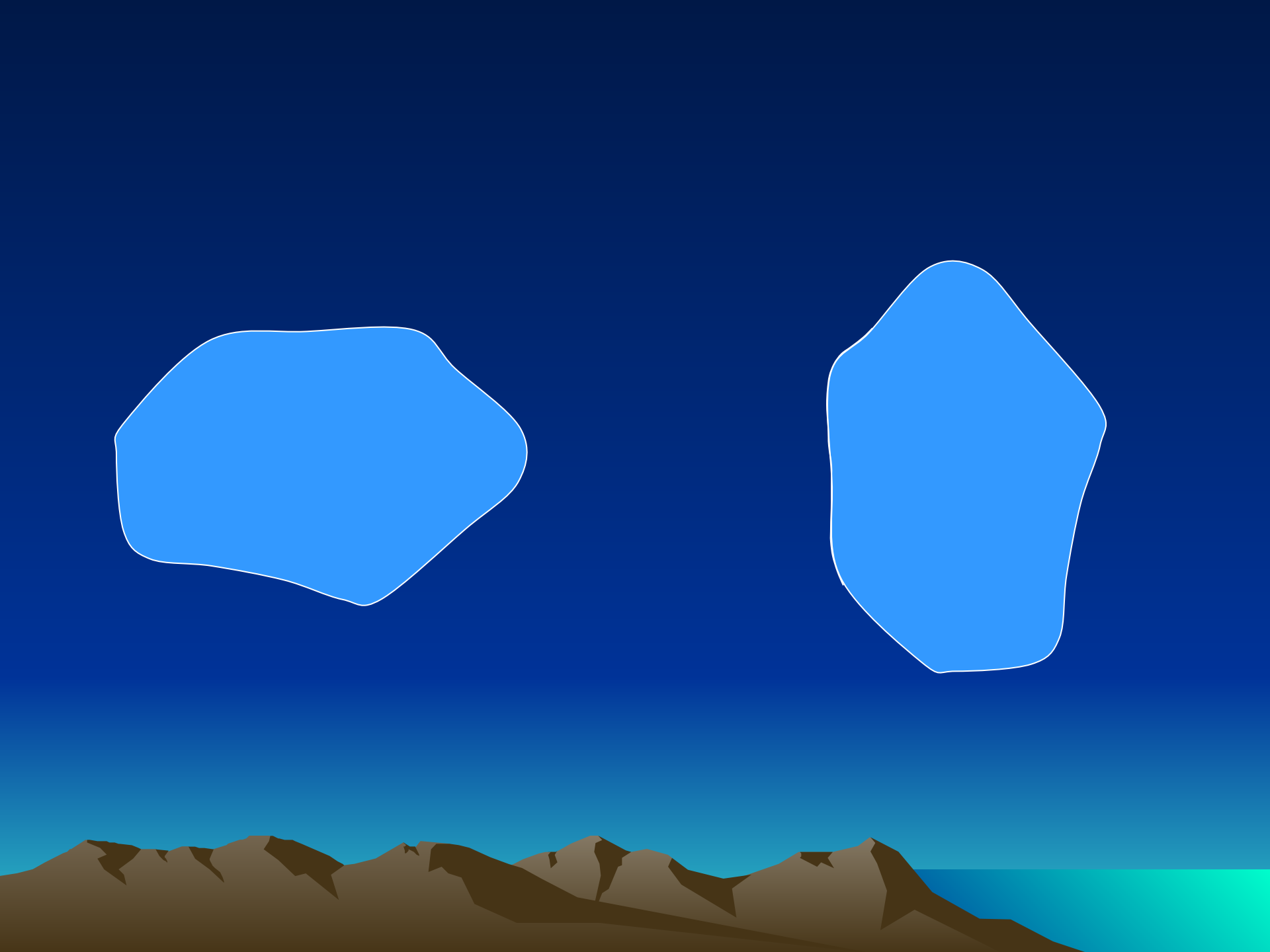
Пашня_LINE.DBF – таблица атрибутов

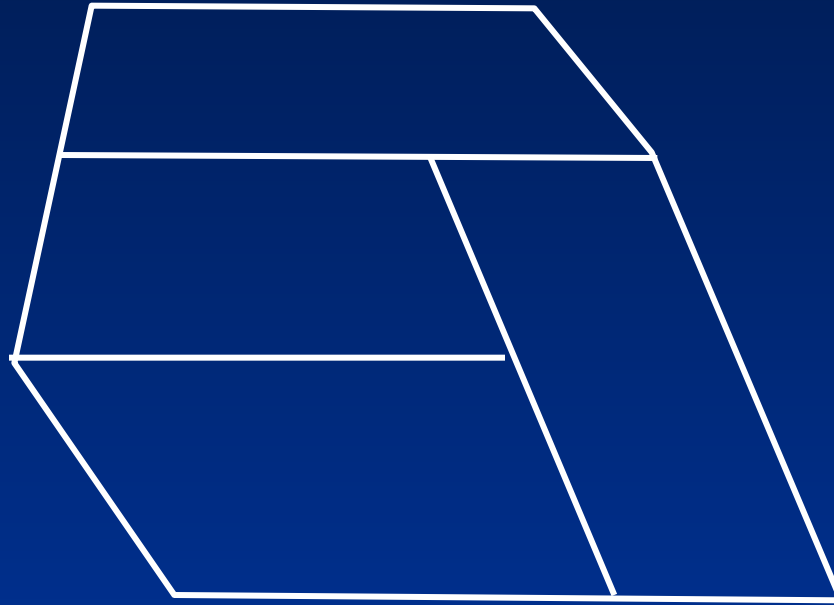
Главный файл – это файл прямого доступа, содержащий записи переменной длины, каждая из которых описывает объект при помощи списка вершин

В индексном файле каждая запись содержит смещение соответствующей записи в главном файле относительно начала главного файла.

Таблица dBase содержит атрибуты объекта, при этом только одна строка таблицы соответствует только одному объекту.

 Пашня_LINES.SHX	1 КБ	Файл "SHX"
 Пашня_LINES.SHP	166 КБ	Файл "SHP"
 Пашня_LINES.DBF	1 КБ	Файл "DBF"





Clean <in_cover> {in_cover} {dangle_length} {fuzzy_tolerance} {POLY | LINE}

Организация главного файла

Главный файл содержит заголовок файла фиксированной длины (100 байт) следующей структуры

Позиция	Значение
Байты 0 - 3	Код файла
Байты 24 - 27	Длина файла
Байты 28 - 31	Версия
Байты 32 - 35	Тип объекта
Байты 36 - 43	X min
Байты 44 - 51	Y min
Байты 52 - 59	X max
Байты 60 - 67	y max

Все объекты в Shapefile должны быть одного типа. Величины типов должна быть следующими

Величина	Тип объекта
1	Точка
2	Дуга
5	Полигон
8	Набор точек

Организация индексного файла

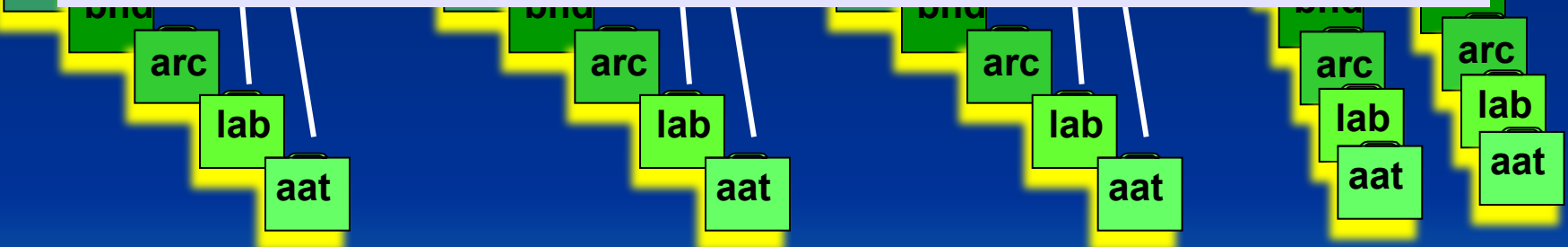
Позиция	Значение
Байты 0 - 3	Номер записи
Байты 4 - 7	Смещение.

Покрытие



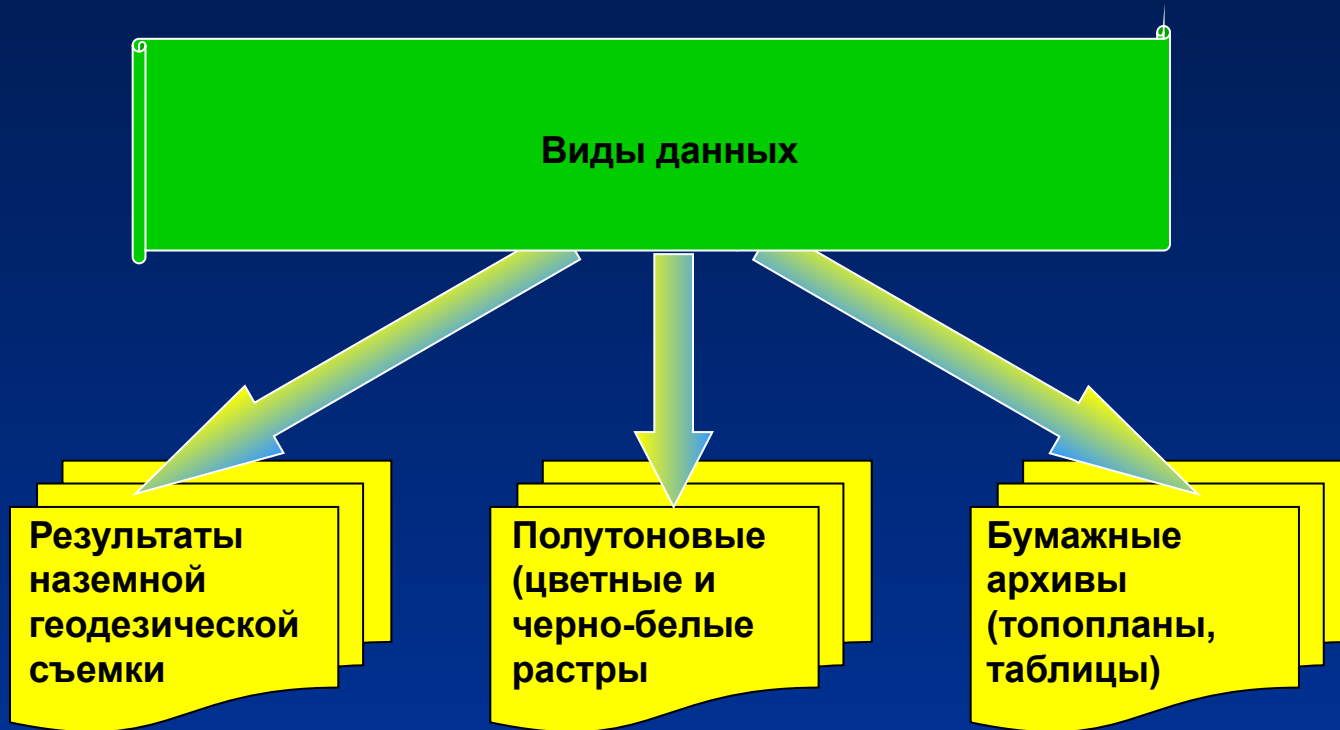
Рабочее пространство
(workspace)

Покрытие - (coverage) - совокупность однотипных (одной мерности) пространственных объектов, относящихся к одному классу в пределах некоторой территории и в системе координат, общих для набора слоев. По типу объектов различают точечные, линейные и полигональные покрытия. Другими словами, покрытие – файловая структура включающая набор файлов, отражающих пространственные объекты (точки, дуги, полигоны) и структуру отношений между ними.



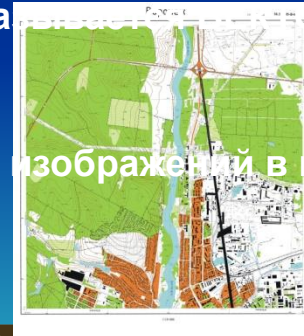
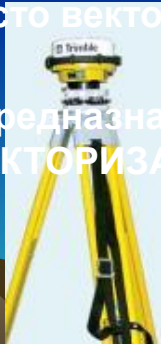
ВМВ – каталогизированный набор файлов, содержащих пространственные объекты, относящиеся к одному классу в пределах некоторой территории и в системе координат, общих для набора слоев. ВМВ – это набор файлов, содержащих пространственные объекты (точки, дуги, полигоны) и структуру отношений между ними. ВМВ – это набор файлов, содержащих пространственные объекты (точки, дуги, полигоны) и структуру отношений между ними.

Векторизация по растру



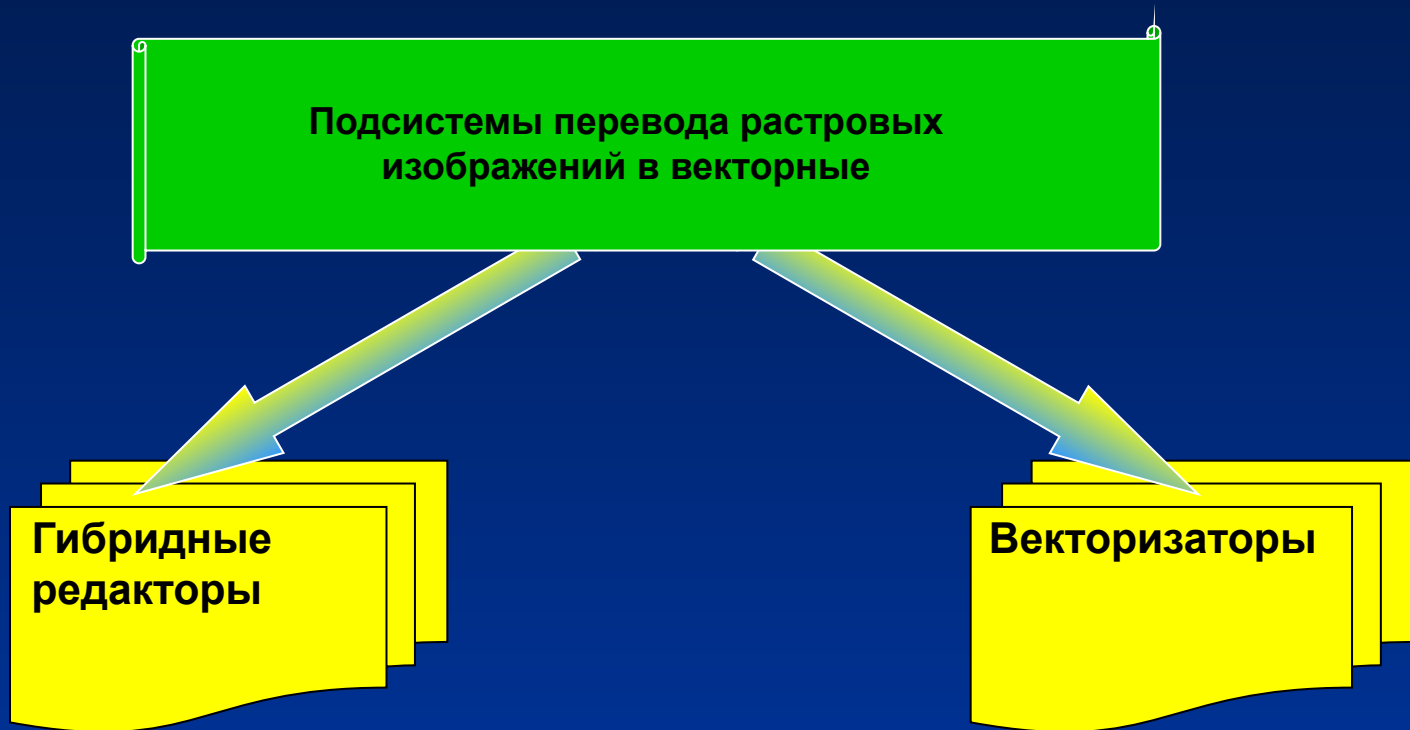
Процесс перевода растровых изображений в векторные называется **ВЕКТОРИЗАЦИЯ ПО РАСТРУ** или просто векторизация.

Инструменты предназначенные для перевода растровых изображений в векторные называются **ВЕКТОРИЗАТОРЫ**.



Переведенные в цифровой формат – растровые изображения

Векторизация по растру



Позволяют трансформировать растр, редактировать растр, выявлять объекты раstra, чистить растр, (производить фотоделение раstra, формировать растровые раstra), чистые слои (горизонталь и вертикаль), цвет, организацию признаку выделяется тематический слой горизонталь) но не содержит фотограмметрической подсистемы. Обладают инструментами полуавтоматической и автоматической векторизации.

Представители: «Талка» «Фотомод»

Представители: «EasyTrace», «Digitel», «Vectot»

Векторизация по растру

Стратегия трассировки.
Опции.

Максимальный
разрыв

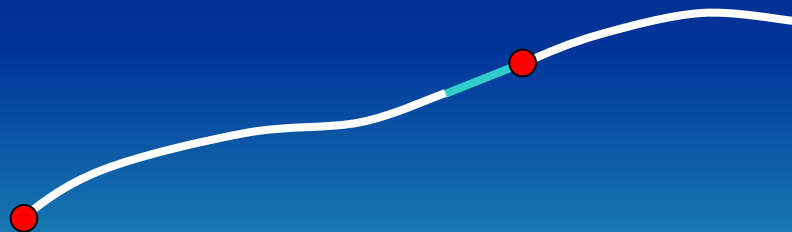
Минимальный
отрезок

Минимальная
развилка

Точность
аппроксимации

Угол
поиска

Максимальный разрыв - величина возможного разрыва в линиях, либо размер пропуска в пункте (в пикселах)



Векторизация по растру

Стратегия трассировки.
Опции.

Максимальный
разрыв

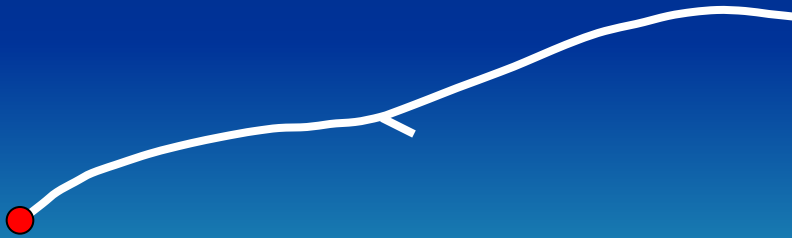
Минимальный
отрезок

Минимальная
развилка

Точность
аппроксимации

Угол
поиска

Минимальная длина отрезка (в пикселях) которая при разветвлении должна рассматриваться как возможное продолжение трассы



Векторизация по растру

Стратегия трассировки.
Опции.

Максимальный
разрыв

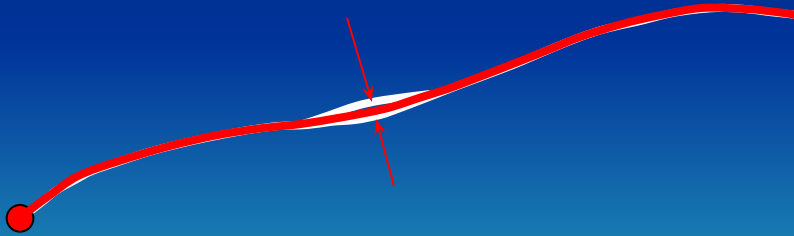
Минимальный
отрезок

Минимальная
развилка

Точность
аппроксимации

Угол
поиска

Минимальная длина отрезка (в пикселях) которая используется для игнорирования локальных пустот в полилиниях.



Векторизация по растру

Стратегия трассировки.
Опции.

Максимальный
разрыв

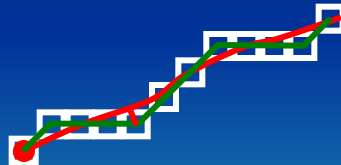
Минимальный
отрезок

Минимальная
развилка

Точность
аппроксимации

Угол
поиска

Точность аппроксимации – максимальное отклонение прокладываемой трассы от пикселей. Отсюда следует, что ошибка при векторизации по растру М 1:10000 с разрешением 400 пикселей на дюйм приближается к 50 см что вполне достаточно для векторизации сельхозземель (горизонталей и др объектов), а для известных объектов координаты необходимо задавать с клавиатуры



Векторизация по растру

Стратегия трассировки.
Опции.

Максимальный
разрыв

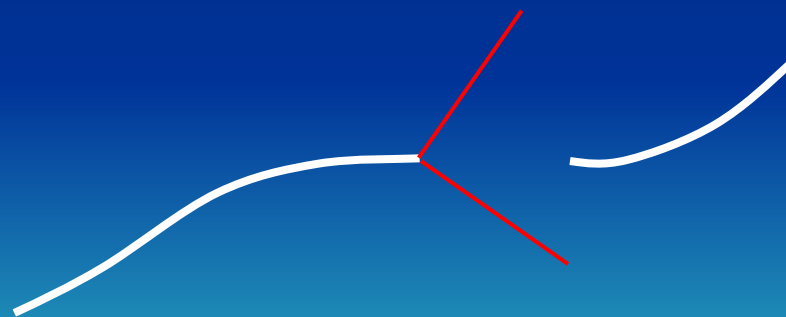
Минимальный
отрезок

Минимальная
развилка

Точность
аппроксимации

Угол
поиска

Угол поиска при разрыве - угол (в градусах) полного раскрытия конуса поиска. Максимальное значение- 90 градусов





Shapefile

Справка: формат данных так называемый шейпфайл (Shapefile) был разработан компанией ESRI для программного продукта ArcView GIS. Shapefile содержит топологическую геометрическую и атрибутивную информацию для набора объектов. Геометрия объекта хранится как форма, содержащая набор векторных координат, т.е. не содержит топологической настройки.

Преимущества – более быстрая отрисовка и возможность редактирования. Работают с объектами, которые могут перекрываться или совсем не соприкасаться. Требуют меньше дисковой памяти и более просты при чтении и записи. Функционал Shapefile и покрытий идентичен.

Работают с объектами в форме точек, линий и полигонов (полигоны должны быть представлены в виде замкнутых фигур). Атрибутивные данные содержатся в формате dBase и находятся в связи «один к одному» с соответствующей записью объекта.

Shapefile состоит из главного файла, индексного файла и таблицы dBase.

	Пашня_LINES.SHX	1 КБ	Файл "SHX"
	Пашня_LINES.SHP	166 КБ	Файл "SHP"
	Пашня_LINES.DBF	1 КБ	Файл "DBF"

Shapefile

Пашня_LINE.SHP – главный файл




Пашня_LINE.SHX – индексный файл

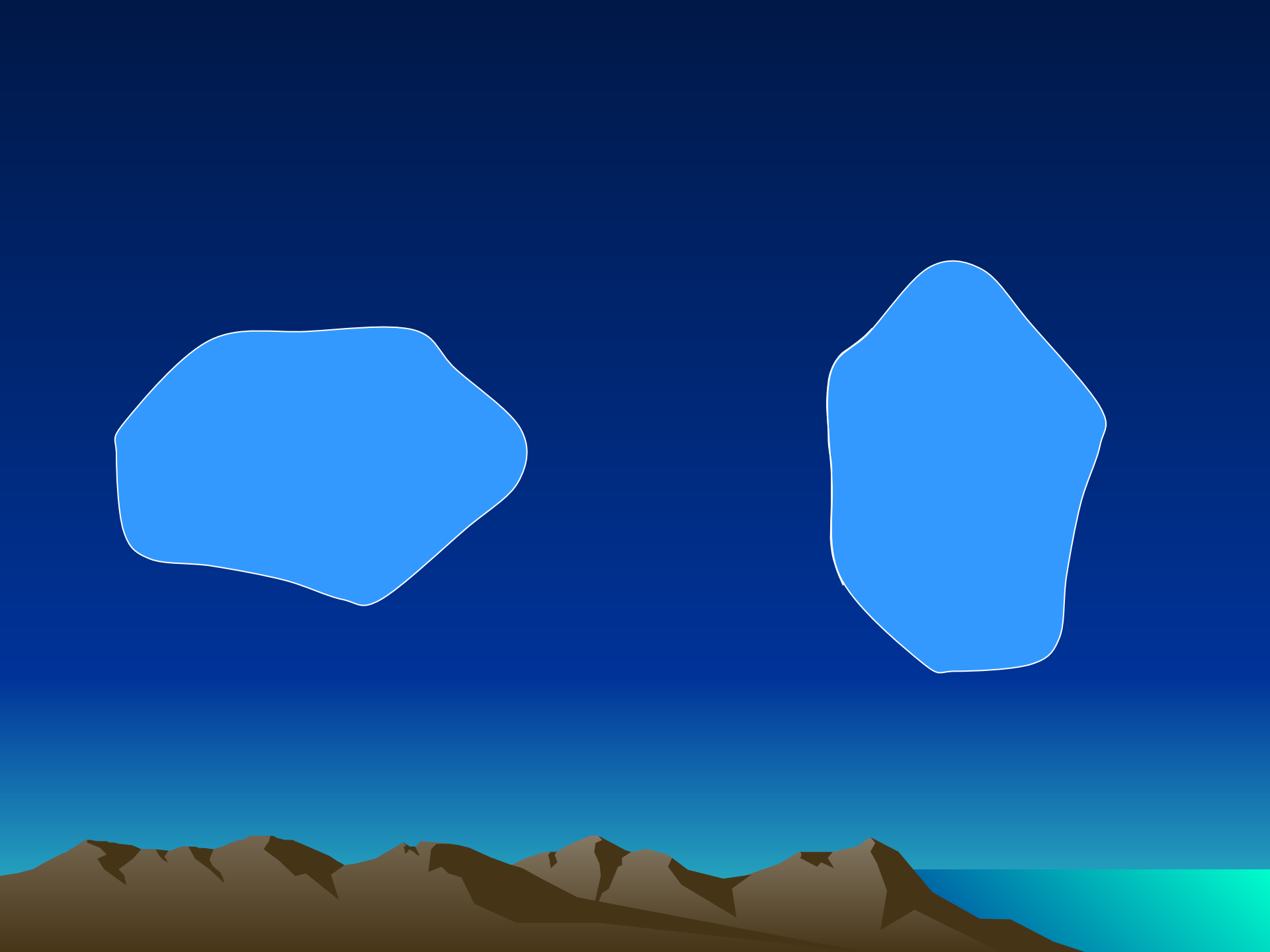
Пашня_LINE.DBF – таблица атрибутов

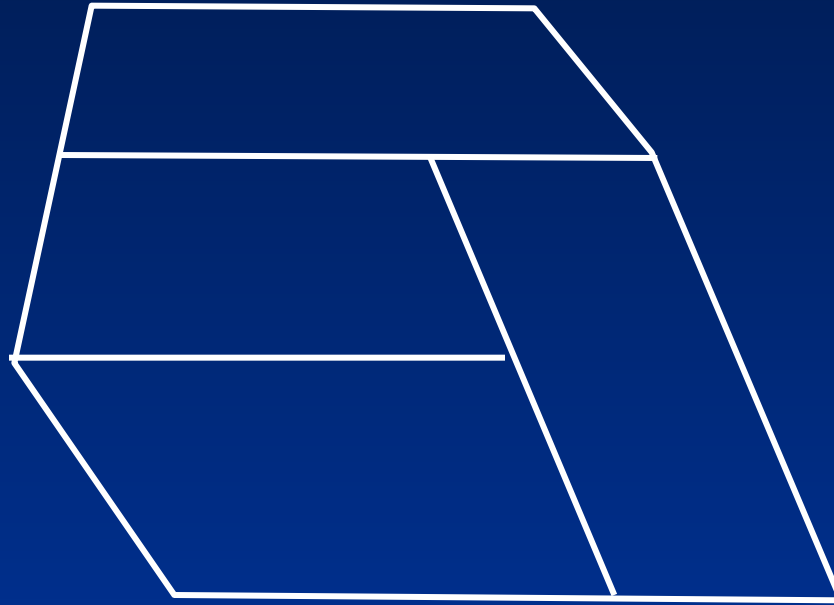
Главный файл – это файл прямого доступа, содержащий записи переменной длины, каждая из которых описывает объект при помощи списка вершин

В индексном файле каждая запись содержит смещение соответствующей записи в главном файле относительно начала главного файла.

Таблица dBase содержит атрибуты объекта, при этом только одна строка таблицы соответствует только одному объекту.

 Пашня_LINES.SHX	1 КБ	Файл "SHX"
 Пашня_LINES.SHP	166 КБ	Файл "SHP"
 Пашня_LINES.DBF	1 КБ	Файл "DBF"





Clean <in_cover> {in_cover} {dangle_length} {fuzzy_tolerance} {POLY | LINE}

Организация главного файла

Главный файл содержит заголовок файла фиксированной длины (100 байт) следующей структуры

Позиция	Значение
Байты 0 - 3	Код файла
Байты 24 - 27	Длина файла
Байты 28 - 31	Версия
Байты 32 - 35	Тип объекта
Байты 36 - 43	X min
Байты 44 - 51	Y min
Байты 52 - 59	X max
Байты 60 - 67	y max

Все объекты в Shapefile должны быть одного типа. Величины типов должна быть следующими

Величина	Тип объекта
1	Точка
2	Дуга
5	Полигон
8	Набор точек

Организация индексного файла

Позиция	Значение
Байты 0 - 3	Номер записи
Байты 4 - 7	Смещение.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЛЬЕФА СРЕДСТВАМИ ГИС

Этапы и проблемы построения ЦМР

Решение проблемы интерполяции и подбор адекватного алгоритма

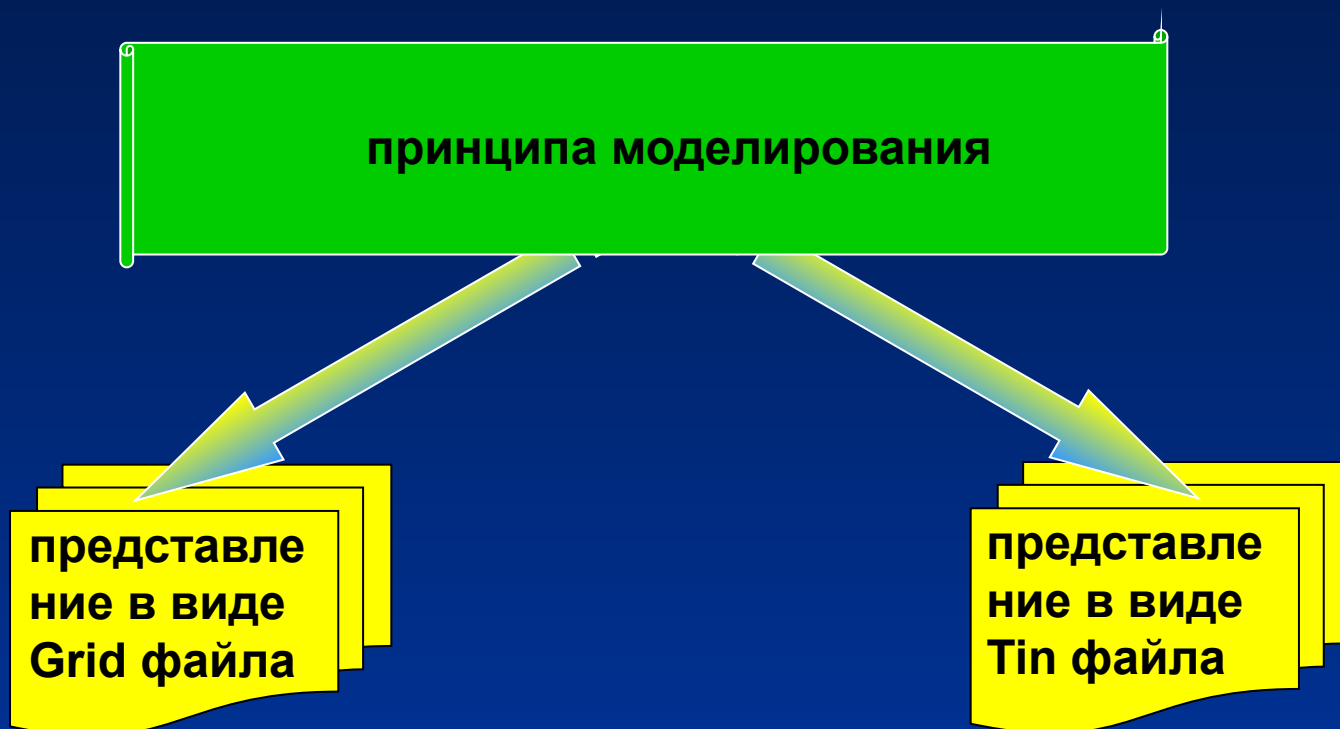
Разработка технологии введения дополнительных данных в областях с низкой плотностью исходных данных

Качественная и количественная верификация результатов моделирования

Целевой анализ полученной модели рельефа

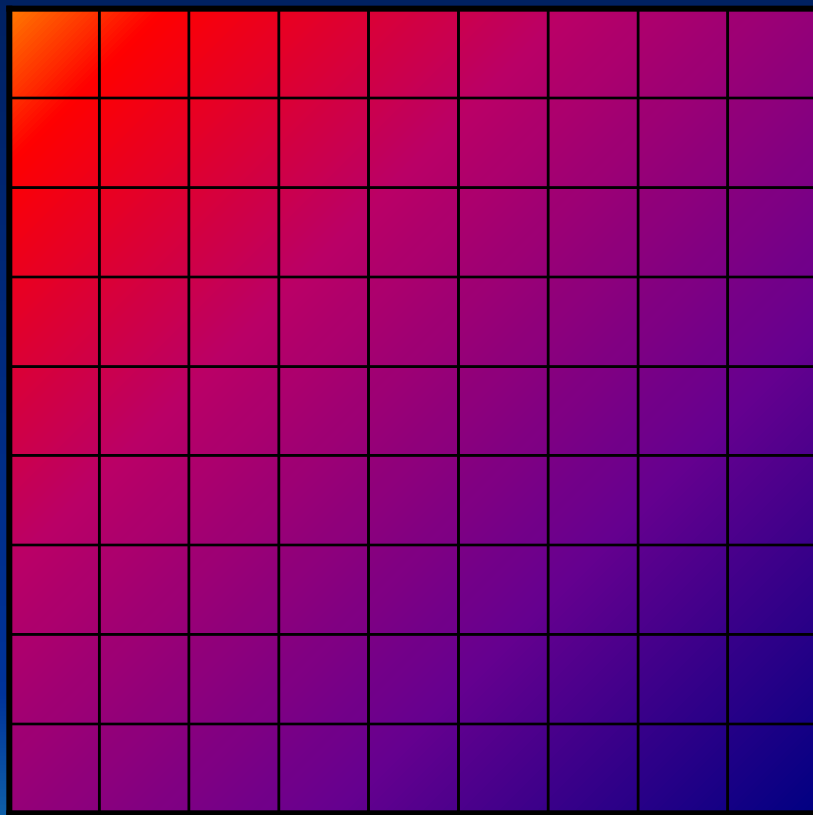
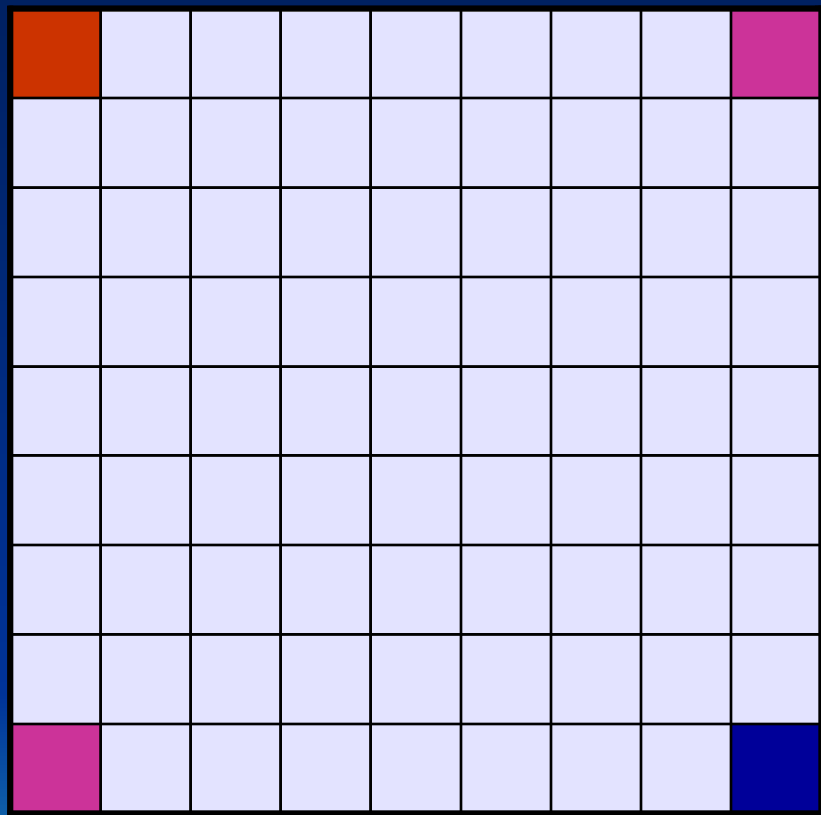


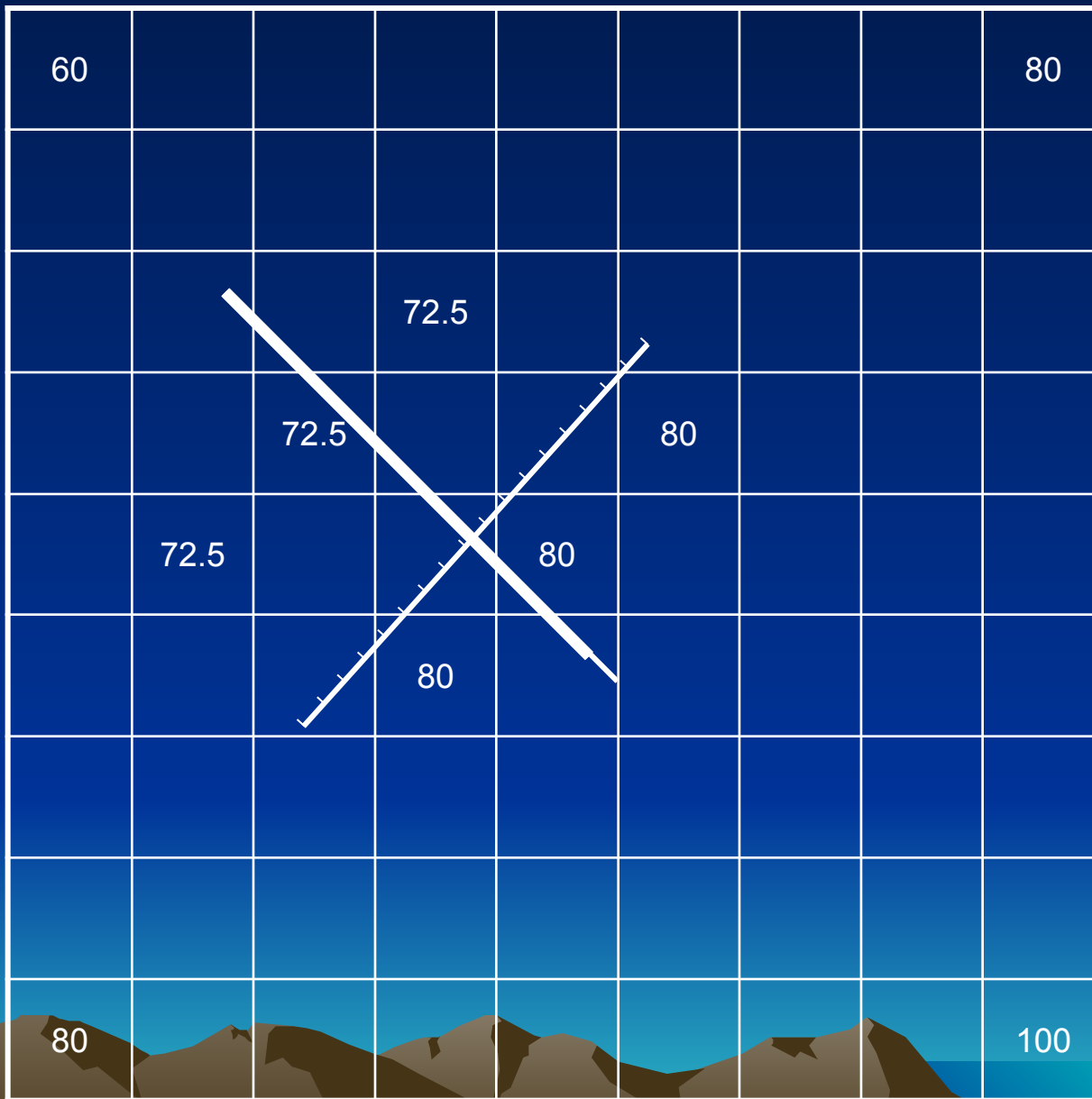
ПРОСТРАНСТВЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЛЬЕФА СРЕДСТВАМИ ГИС



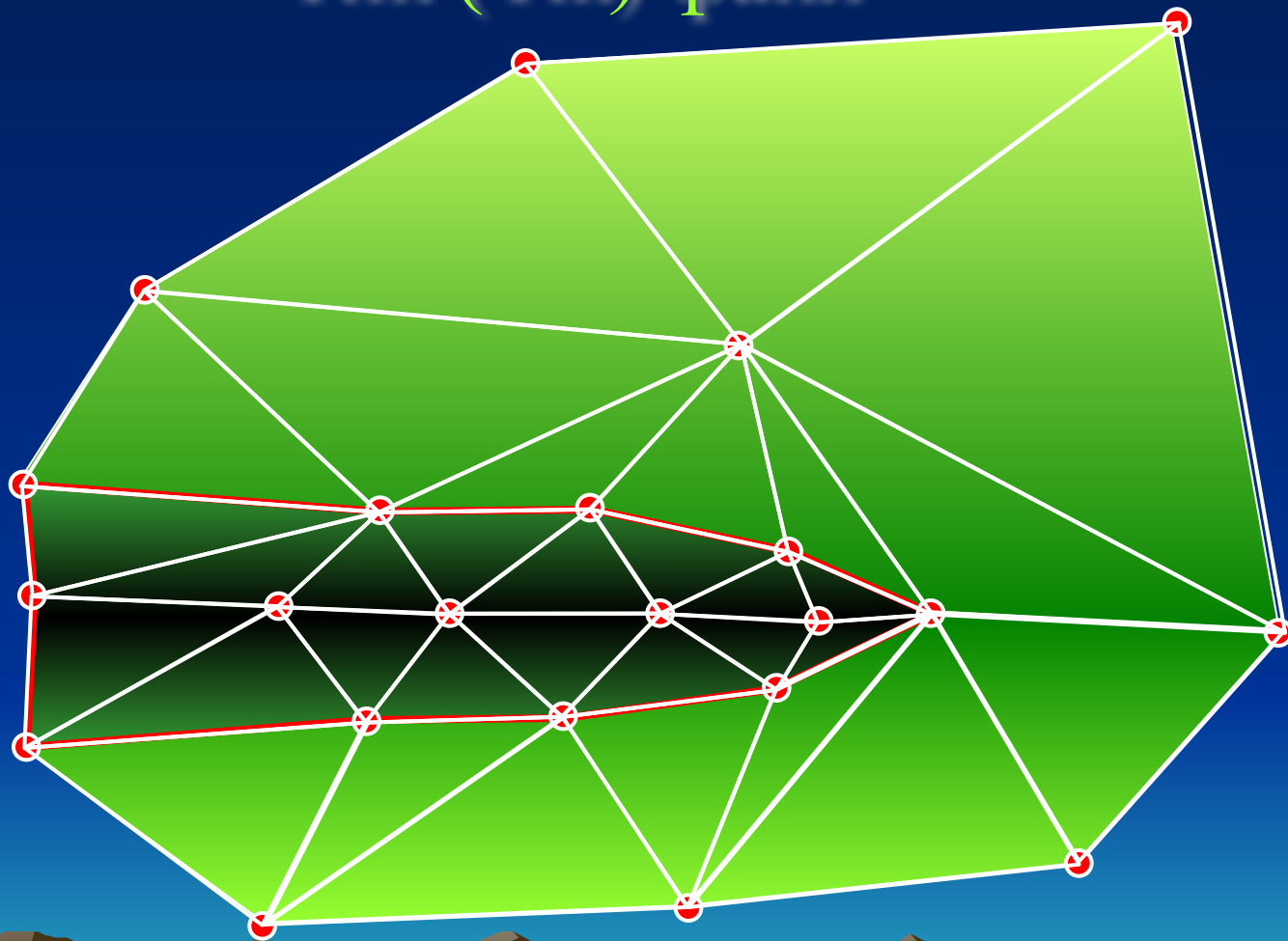
GRIDFILE представляют собой непрерывную матрицу данных полученную путем интерполяции исходных значений например такими методами, как сплайн или кригинг;

TINFILE строятся на основе триангуляции Делоне.





Тин (Tin) файл



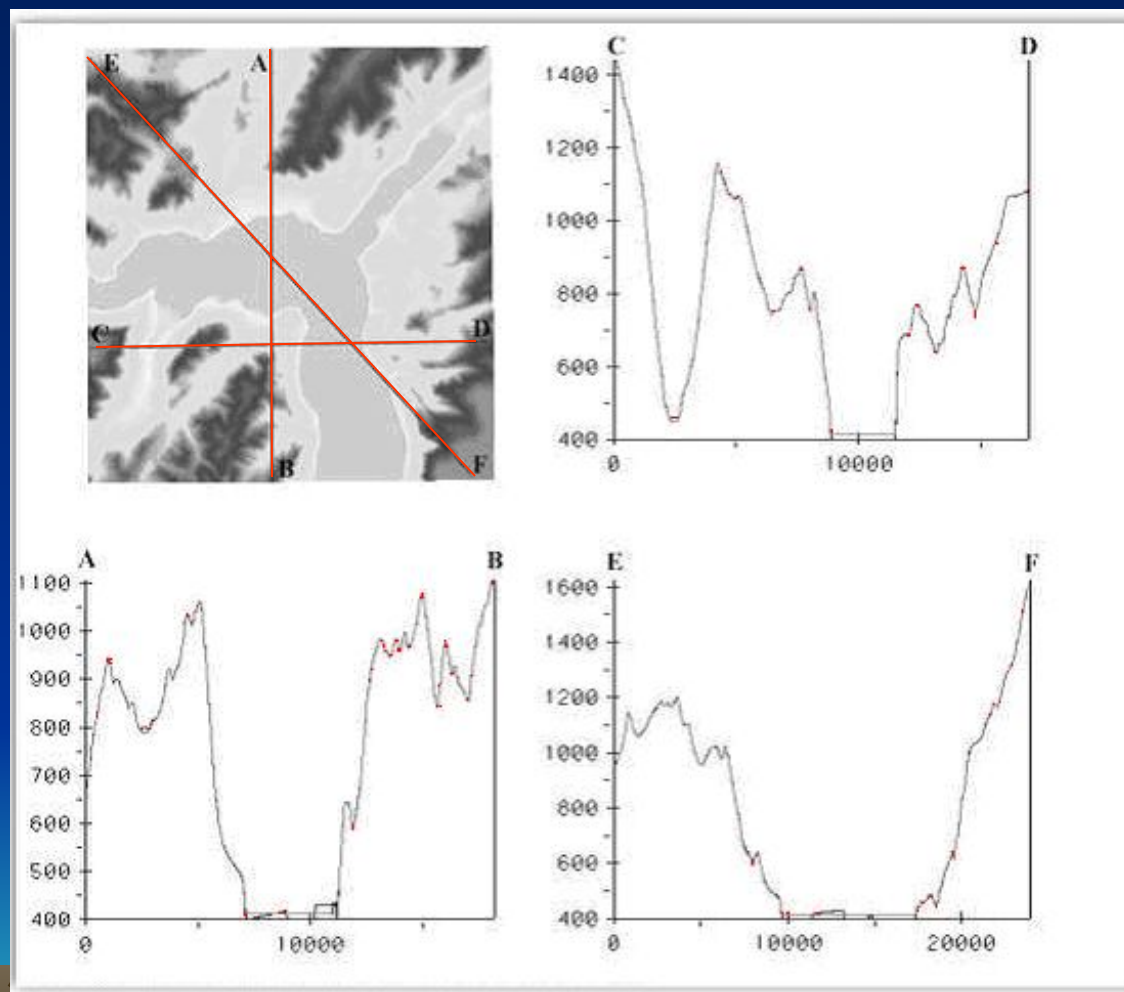
Тин (Tin) файл

ВЫВОДЫ:

в моделях Tinfile реальный мир представлен в виде сети связанных треугольников, начерченных между неравномерно распределенными точками, заданными координатами X, Y, Z . Tin эффективный способ хранения и анализа поверхностей.

Tinfile позволяет более точно, чем растр (Grid) моделировать неоднородные поверхности, которые могут резко менять форму на одних участках и незначительно – на других. Это связано с тем, что можно поместить больше точек там, где значения меняются резко, и меньше точек там, где поверхность меняется плавно.

Оценка точности полученной медали



Покрытие

Рабочее пространство
(workspace)

Покрытие - (coverage) - совокупность однотипных (одной мерности) пространственных объектов, относящихся к одному классу в пределах некоторой территории и в системе координат, общих для набора слоев. По типу объектов различают точечные, линейные и полигональные покрытия. Другими словами, покрытие – файловая структура включающая набор файлов, отражающих пространственные объекты (точки, дуги, полигоны) и структуру отношений между ними.

ВМВ-компания «ГеоИнформатика» разработала программный комплекс «Базисный редактор», который предназначен для обработки и редактирования пространственных данных, а также для создания и редактирования всех дуг и точек покрытия;

Информационные технологии в управлении сельскохозяйственным производством



Информационные технологии в управлении сельскохозяйственным производством



Агрегат высевающий с пневмоприцепом в транспортном и в рабочем положении

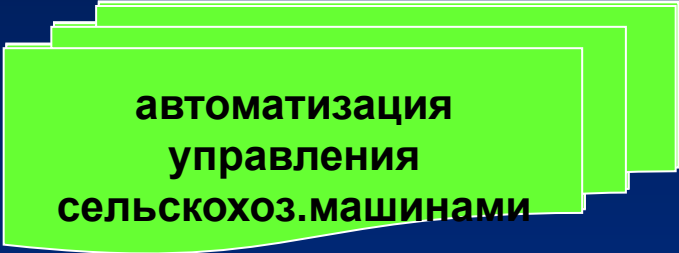


Информационные технологии в управлении сельскохозяйственным производством

Кабина трактора с установленными бортовыми компьютерами



Информационные технологии в управлении сельскохозяйственным производством



автоматизация
управления
сельхоз.машинами

Дистанционные методы дают объективную информацию и позволяют одновременно вести наблюдения за землепользованием и давать прогноз продуктивности сельскохозяйственных культур. Данные ДДЗ могут использоваться для ведения кадастра земель сельскохозяйственного назначения, проведения их оценки, проверки и уточнения границ сельхозугодий, контроля целевого использования земель. На протяжении длительного периода основным источником ДДЗ являлись аэрофотосъёмка с использованием аналоговых фотографических систем. В настоящее время появились цифровые аэрофотосъёмочные комплексы, такие как ADS 40 (Leica Geosystems, Швейцария), размещаемые как на тяжёлых самолётах-лабораториях (Ту-134, Ил-20), так и на легких и средних летательных аппаратах (АН-2, МИ-8 и др.). В настоящее время все больше используются цифровые спектрально-аналитические снимки высокого и среднего разрешения получаемые с орбитальных спутников для решения различных задач. Так, система MARS, обслуживающая страны Европейского сообщества, позволяет определять площади посевов и урожайность сельскохозяйственных культур, начиная с уровня страны и до отдельных фермерских хозяйств.

Контроль состояния сельскохозяйственных угодий

Определение степени увлажнения почв

Оценка всхожести культур

Оценка готовности угодий к следующему сезону

Мониторинг уборочных работ

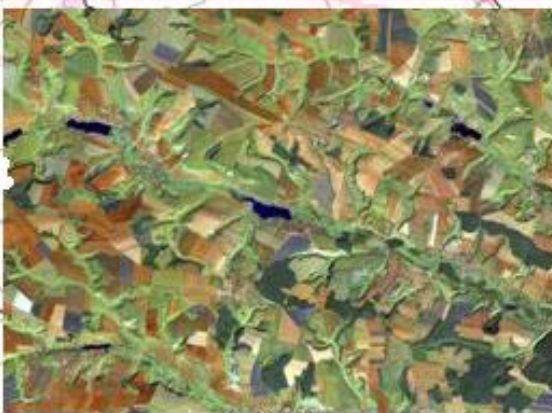
Прогнозирование и предварительная оценка урожайности.

Оценка состояния земель в водо-охраных зонах и в пределах особо охраняемых территорий.

Контроль за соблюдением севооборотов в акционерных обществах и фермерских хозяйствах.

Слежение за состоянием естественных угодий, пастбищами и сенокосами.

Определение площади земель без осенней послеуборочной обработки почвы



Приведенный масштаб для изображений с различных спутников

• Датчик	• Размер пиксела	• Возможный масштаб
• Landsat 7 ETM+	• 15 м	• 1:100 000
• SPOT 1-4	• 10 м	• 1:100 000
• IRS-1C и IRS-1D	• 6 м	• 1:50 000
• SPOT 5	• 5 м	• 1:25 000
• EROS	• 1,8 м	• 1:10 000
• OrbView-3	• 4 м	• 1:20 000
• OrbView-3	• 1 м	• 1:5 000
• IKONOS*	• 4 м	• 1:20 000
• IKONOS*	• 1 м	• 1:5 000
• QUICKBIRD	• 2.44 м	• 1:12 500
• QUICKBIRD	• 0.61 м	• 1:2 000

Основные космические данные, используемые для мониторинга и картографирования сельскохозяйственных культур

преимущества и недостатки космической и авиационной съемки

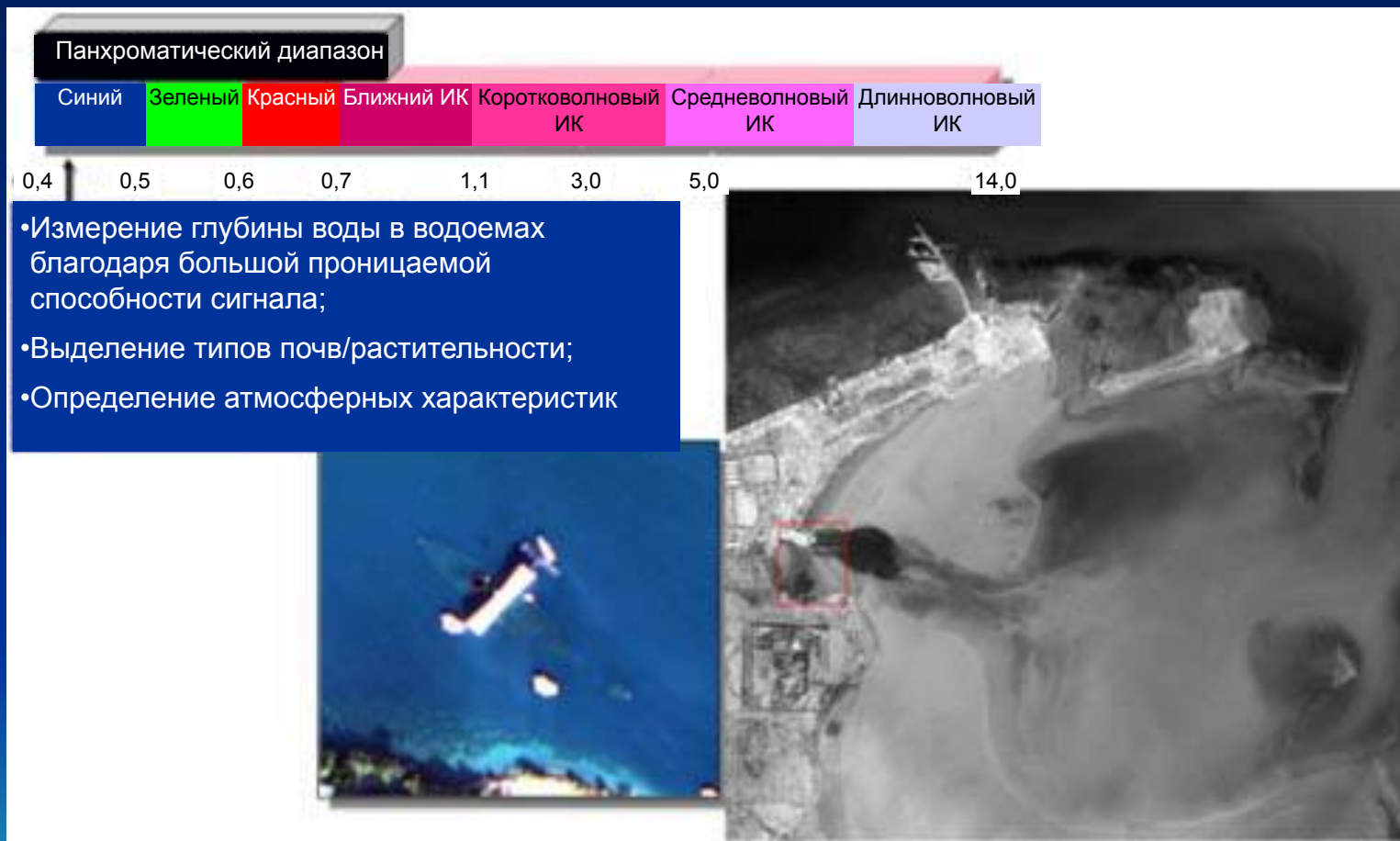
Оптические спутниковые изображения

- Цена возрастает пропорционально увеличению площади
- Данные фиксируются в цифровом виде, поэтому не нужно обрабатывать пленку
- Облачность является большой проблемой. Период повторного посещения от 3 дней и более.
- Никакого согласования для проведения космической съемки не требуется
- В настоящее время лучшим считается пространственное разрешение 61 см
- Одновременно получают изображения в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах
- Одна сцена покрывает площадь городской застройки 10x10 км или 16x16 км
- Средний срок поставки изображения составляет 7 дней. Для некоторых дождливых районов срок может увеличиваться до месяца.
- Быстрота и удобство обработки данных в камеральных условиях
- Возможность покрытия одним снимком больших площадей без «сшивки» отдельных фрагментов.

Аэрофотоснимки (на пленке)

- С увеличением площади цена растет в меньшей степени
- Данные обычно записываются на пленку. Требуется сканирование и коррекция за направление полета
- Самолет может летать ниже облаков или повторить полет на следующий день.
- Процедура планирования и согласования проведения аэрофотосъемки сложна и занимает много времени
- Можно получать изображения с разрешением до нескольких сантиметров в зависимости от высоты полета
- Пленочные камеры обычно получают раздельно цветные и инфракрасные изображения
- На снимках масштаба 1:40 000 с размером пиксела 1 м используемая площадь одного кадра равна 3.6 км x 6.4 км.
- Срок поставки изображения зависит только от доступности самолета и от летной погоды.
- Трудоемкость и вследствие этого большие затраты при обработке результатов аэрофотосъемки в камеральных условиях.
- Необходимость сшивки небольших фрагментов в единый массив.

практические возможности использования мультиспектральных данных



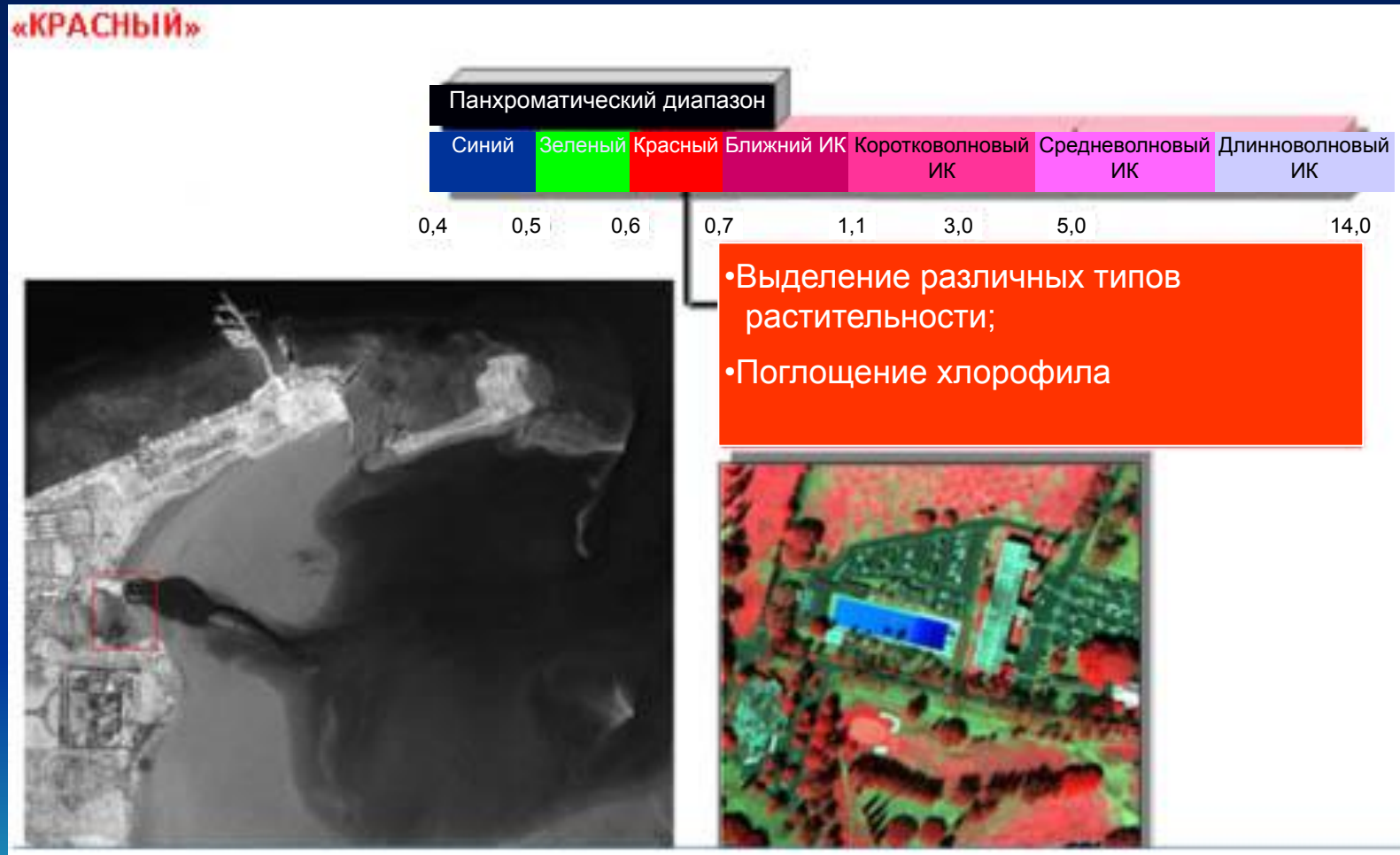
практические возможности использования мультиспектральных данных



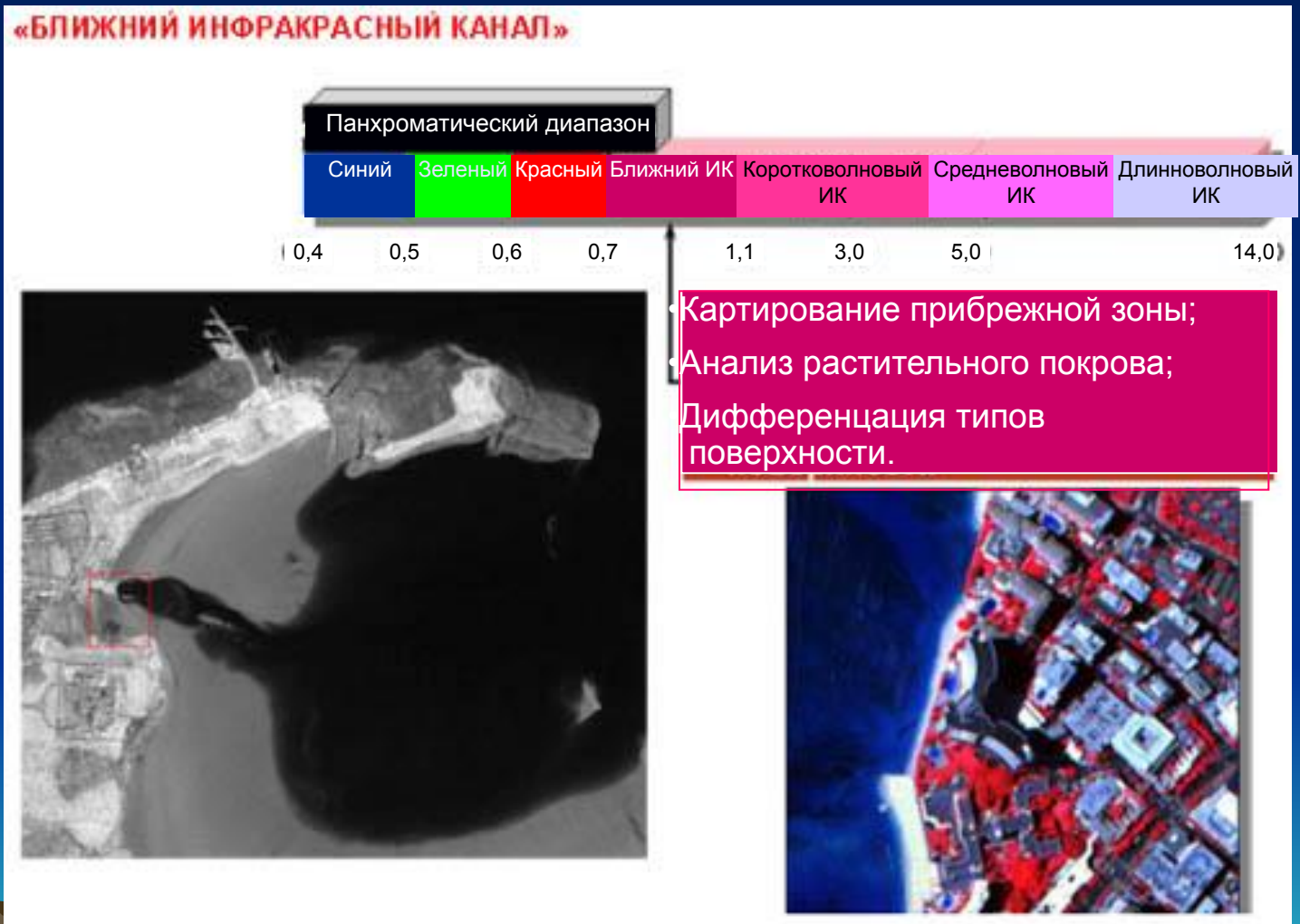
- Дифференциация чистой и мутной воды;
- Обнаружение нефти на поверхности воды;
- Отображение здоровой растительности зеленым цветом.



практические возможности использования мультиспектральных данных



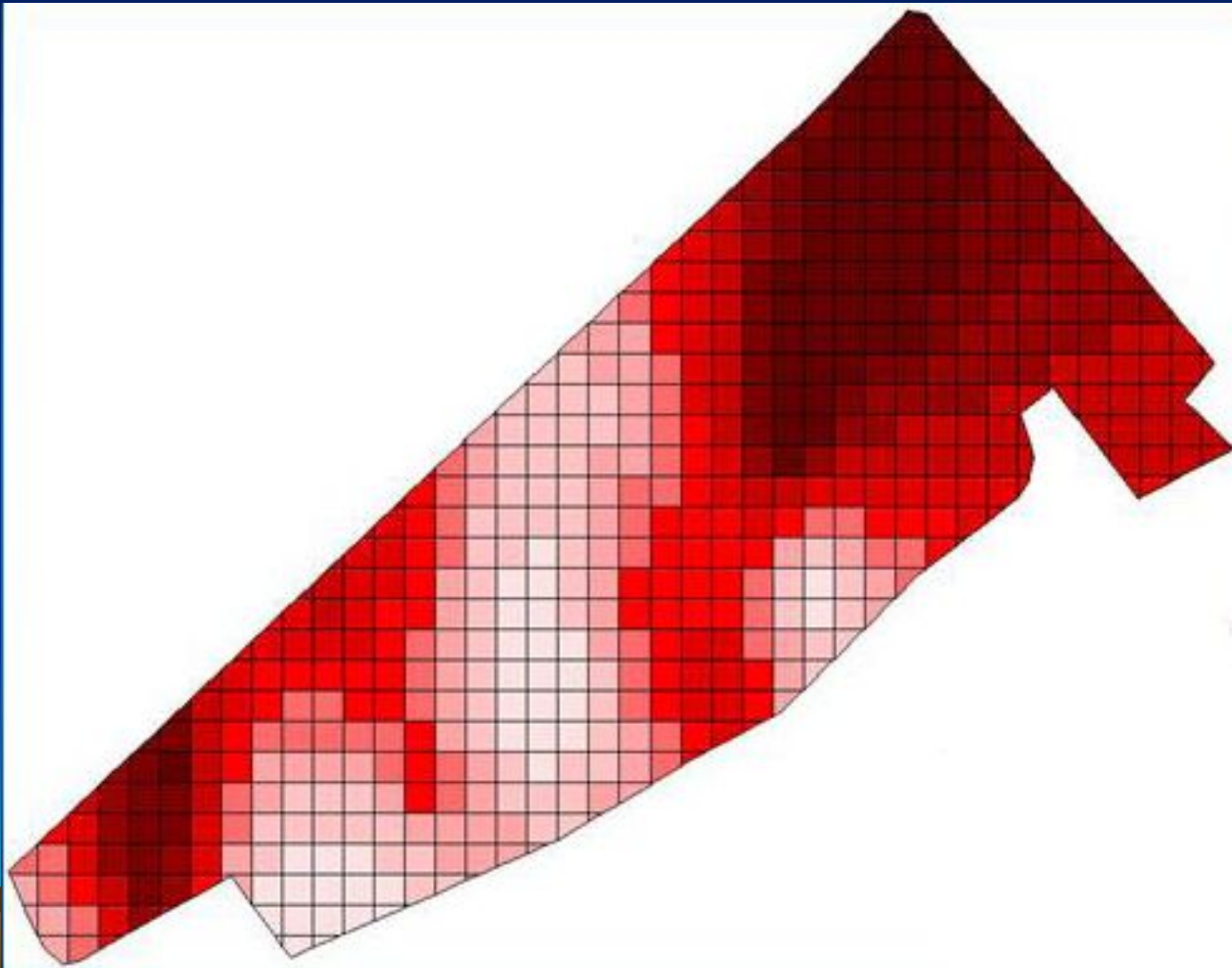
практические возможности использования мультиспектральных данных



Принципиальная схема функционирования систем точного земледелия



Карта управления внесением минеральных удобрений



Технологическими операциями управляют бортовые компьютеры



Дистанционное зондирование земли

В 1858 году французский фотограф, Gaspaed Tournachon был первым кто получил аэрофотоснимки с привязного к аэростату аппарата.

Несколько лет спустя начиная с 1861 года, аэрофотосъемки стали инструментом для военной разведки. Во время гражданской войны Аэрофотосъемки также получали с камер, установленные на воздушных змеях. В 1909 году Уилбер Райт пролетел на самолете, чтобы предпринять попытку получить первые фотографии во время полета. Первые аэрофотоснимки, используемые в процессе создания карты были представлены в документе в 1913 году, капитаном Tardivo на заседании Международного общества фотограмметрии

В начале Второй мировой войны была получена цветная инфракрасная пленка для армии США (1942 год). Эти изображения были использованы для обнаружения вражеских сил и средств, которые были замаскированы.

Первый военный разведывательный спутник, Corona, была запущен в 1960 году. С Короны сфотографировали территорию Советского Союза и его союзников с использованием фотопленки. Отснятые пленки на Эвакуационной машине, вернули с орбиты на Землю на парашюте. Первые серии метеорологических спутников (ТИРОС) начали запуски в 1960 году. НАСА и сейчас продолжает собирать из космоса образы для своей земли.





Dryden Flight Research Center EC94 42883-2
SR-71 photographed from tanker 12/94



Что такое ДЗЗ?

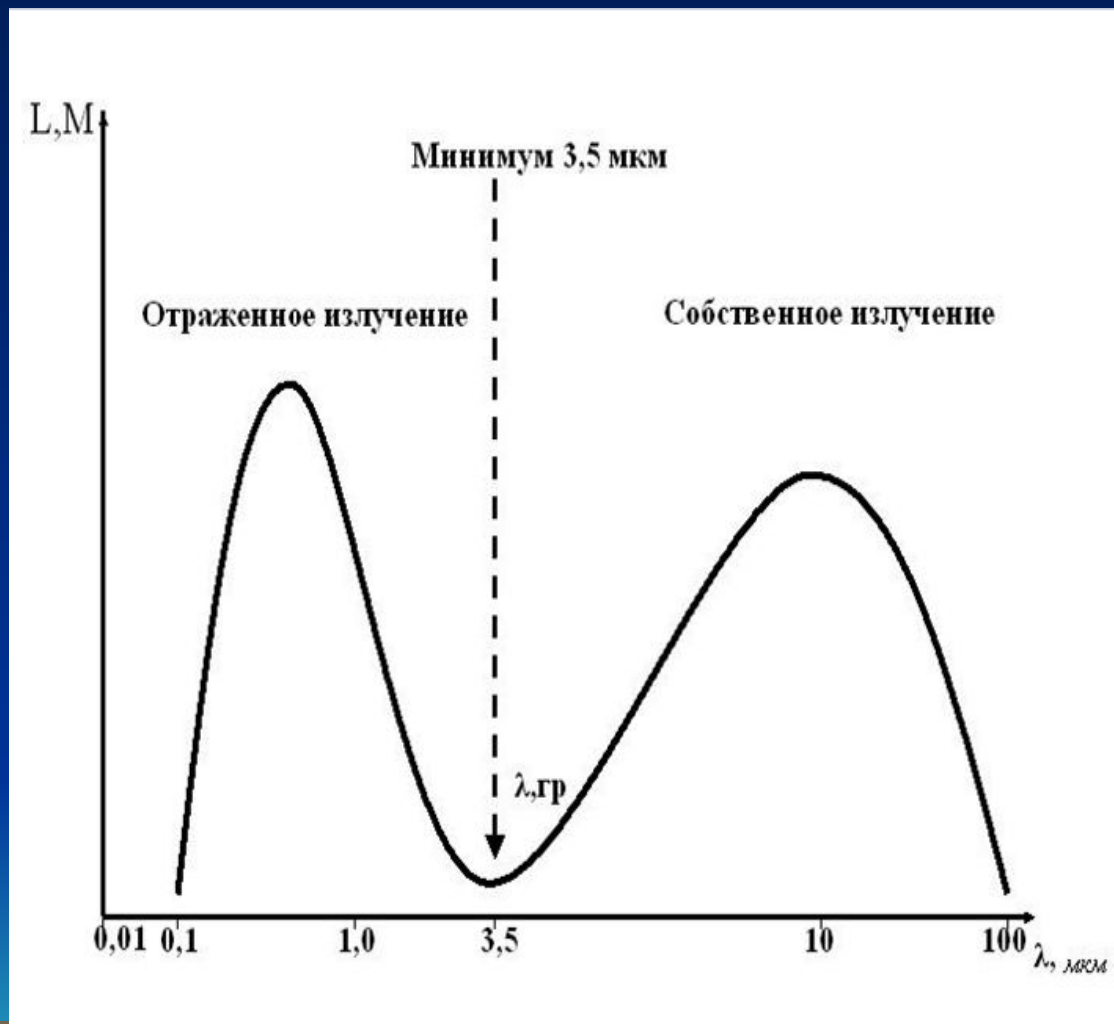
В «Толковом словаре основных терминов» под дистанционным зондированием понимается неконтактное изучение Земли, её поверхности и недр, отдельных объектов и явлений путём регистрации и анализа их собственного или отражённого ими электромагнитного излучения

Регистрация выполняется с помощью технических средств, установленных на аэро либо космических летательных аппаратах, а также на земной поверхности. Изображение может быть представлено в виде двумерной аналоговой записи, например, фотографической, или цифровой записи на магнитных запоминающих устройствах

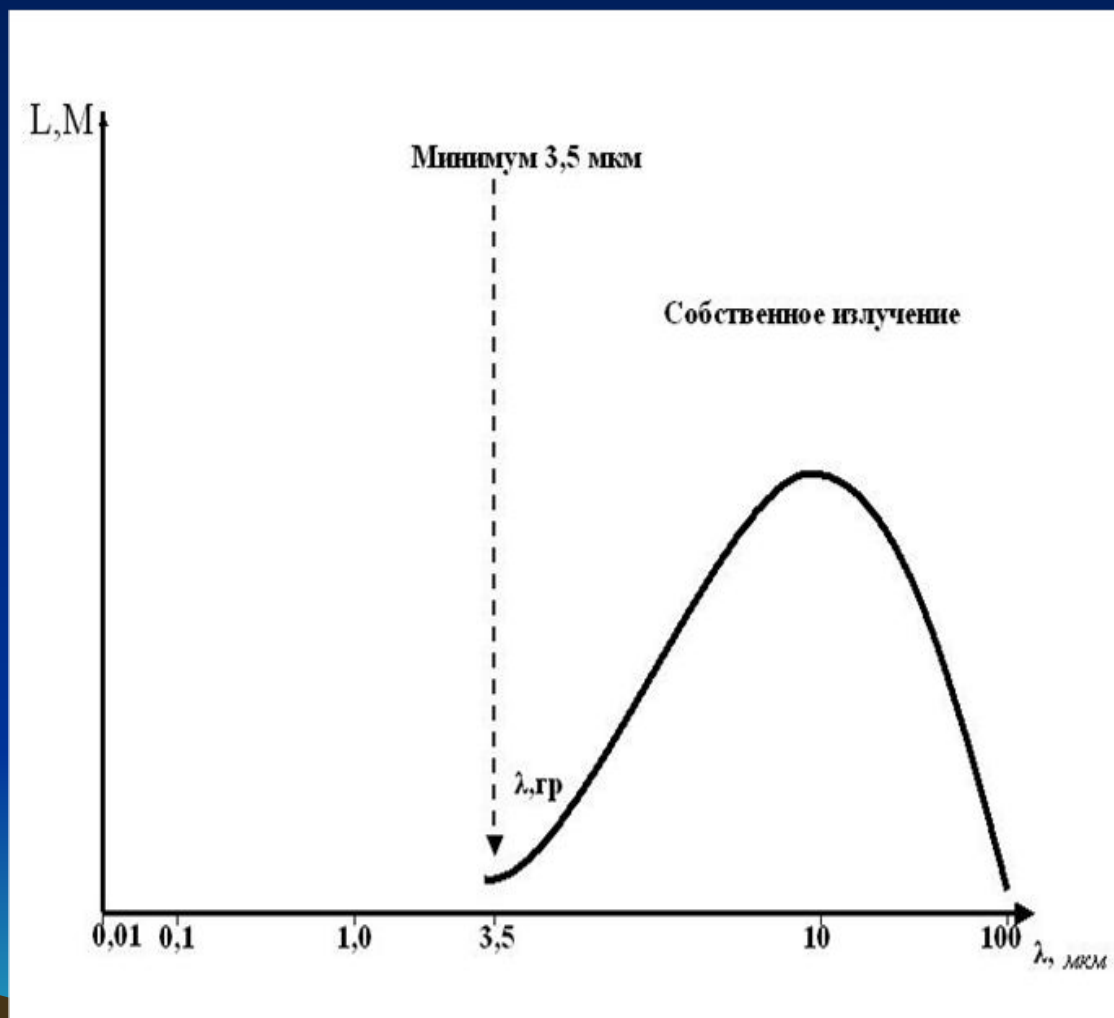
Яркость почти всех природных образований определяется свойством этих образований отражать и рассеивать электромагнитную радиацию. Кроме того, все природные образования обладают собственным тепловым излучением. При этом, спектр излучения поверхности Земли имеет днём два максимума – один обусловленный отраженной солнечной радиацией, и второй – собственным тепловым излучением. Ночью спектр излучения земной поверхности изменяется, сохраняется только максимум в области собственного излучения, а в области отражения максимум исчезает



Спектральное отражение и собственное излучение поверхности Земли днём



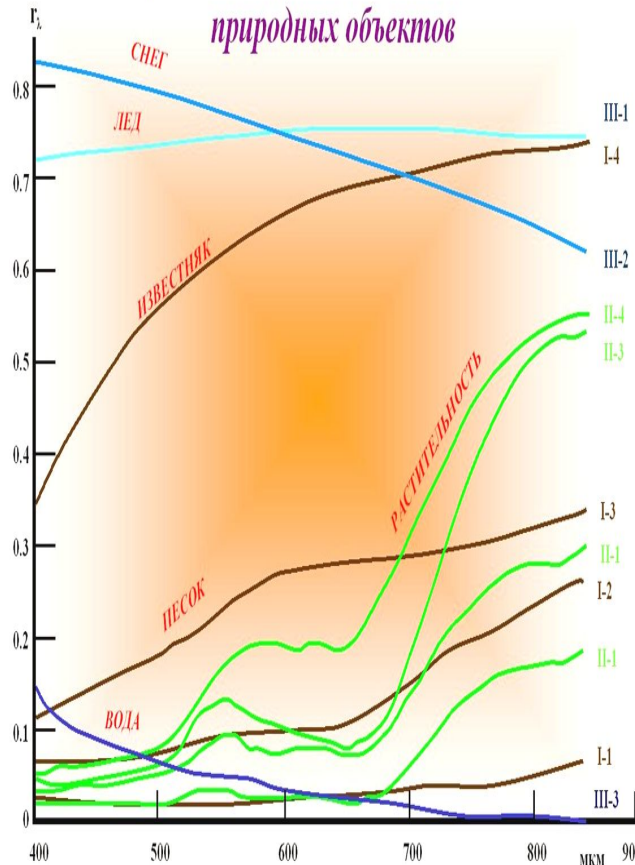
Спектральное отражение и собственное излучение поверхности Земли ночью



Спектральные отражательные свойства растительного покрова определяются оптическими свойствами листа (количество хлорофилла, каротина и других пигментов), геометрией покрова и угловым распределением листьев, отражательной способностью почв, на которых она находится; углом освещения и углом наблюдения, а так же состоянием атмосферы.

Спектральная отражательная способность

природных объектов



Класс I

Обнажения и почвы

- кривая I-1 равномерно поднимается в направлении ближнего ИК участка спектра, соответствует черноземным почвам
- кривая I-2 равномерно поднимается в видимой области спектра и имеет более крутой подъем в ближней ИК области спектра, расположена выше кривой первого типа, соответствует дерново-подзолистым почвам
- кривая I-3 имеет более крутой подъем и выпуклость на участке спектра 550 - 650 нм, расположена выше кривых первого и второго типов, соответствует пескам, обнажениям пустыни, некоторым горным породам
- кривая I-4 выпуклая с крутым подъемом, расположена значительно выше всех трех предыдущих типов, соответствует известняку, глине и другим светлым объектам.

Класс II

Растительность

- кривая II-1 расположена очень низко, слабый максимум в видимой и незначительный подъем в ближней ИК области спектра, соответствует хвойным лесным породам в зимний период
- кривая II-2 четкий максимум в видимой области спектра, расположена выше предыдущей кривой, заметно выше поднимается в ближней ИК области спектра, соответствует хвойным лесным породам в летний период
- кривая II-3 резко выраженный максимум в желто-зеленом участке и очень высокий подъем в ближней ИК области спектра, соответствует лиственным лесам в летний период и травяным покровам с густой и сочной растительностью
- кривая II-4 подъем во всем видимом диапазоне, высокий подъем в ближней ИК области спектра, соответствует лиственным лесам в осенний период, созревшим (пожелтевшим) полевым культурам

Класс III

Водные поверхности, водоемы и снежный покров

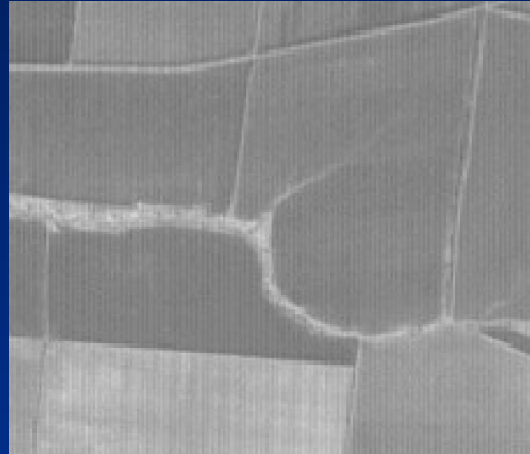
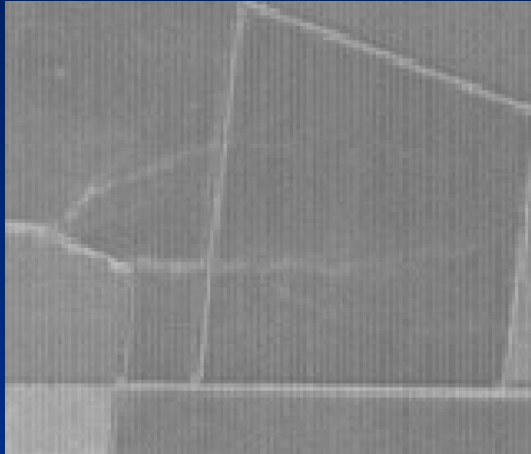
- кривая III-1 нейтральная высоко расположенная кривая, соответствует снегу, покрытому ледяной коркой
- кривая III-2 постепенное и равномерное падение к ближней ИК области спектра, расположена высоко, соответствует свежеснеговому снегу
- кривая III-3 сильное падение в видимой и очень пологое понижение в ближней ИК области спектра, соответствует водным поверхностям

Сегодня, эти снимки с успехом используются для точной картографии, охраны различных хозяйственных объектов, ведения кадастров, учёта недвижимости, точного земледелия и все шире используются при землеустроительном проектировании в плане анализа и устройства сельхозугодий. Сегодня уже никого не удивишь космическими снимками с разрешением 1 м и выше, на которых видна разметка футбольных полей, отдельно стоящие деревья и даже провода линий электропередач



Космическое изображение линейных эрозионных форм (I, II, III, IV - соответственно стадии развития эрозионных форм)

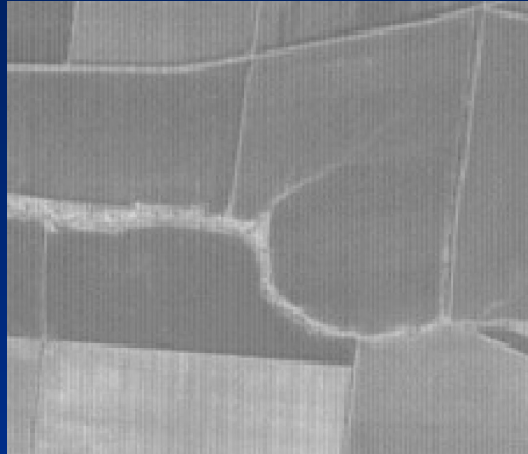
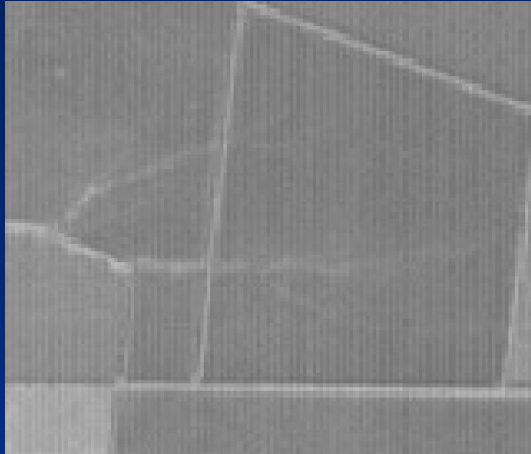
I



Первая стадия развития линейных форм эрозии связана с возникновением промоин или рытвин, которые не заравниваются в результате обработки почв. Дешифрируется эта стадия по светлому тону изображения и вытянутой линейной форме

Космическое изображение линейных эрозионных форм (I, II, III, IV - соответственно стадии развития эрозионных форм)

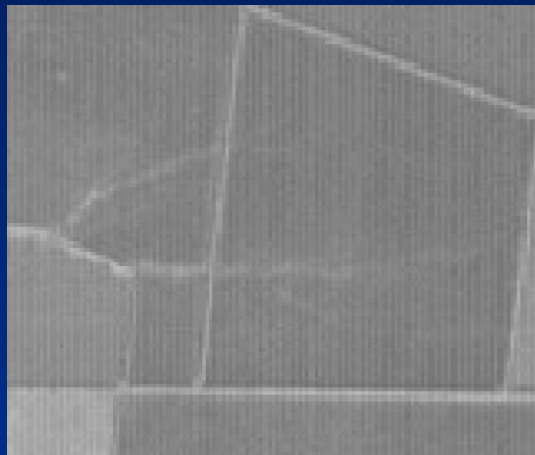
II



Вторая стадия развития линейных форм эрозии – стадия врезания вершиной. Дешифрируется вторая стадия по светлой, извилистой, чётко очерченной линии бровки



Космическое изображение линейных эрозионных форм (I, II, III, IV - соответственно стадии развития эрозионных форм)

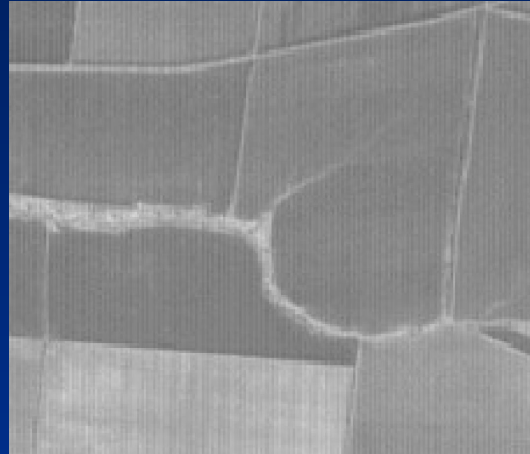
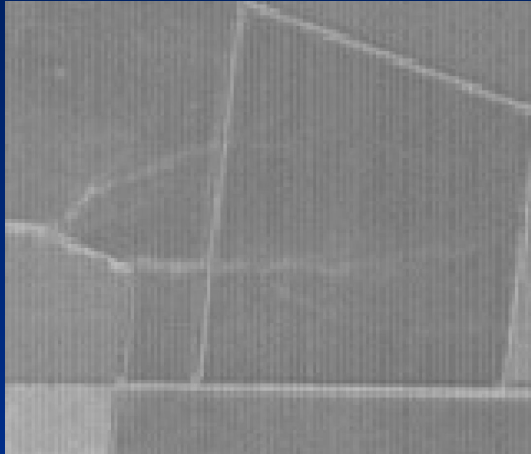


Третья стадия характеризуется более тёмным тоном и большей контрастностью изображения дна и склонов

III



Космическое изображение линейных эрозионных форм
(I, II, III, IV - соответственно стадии развития эрозионных форм)



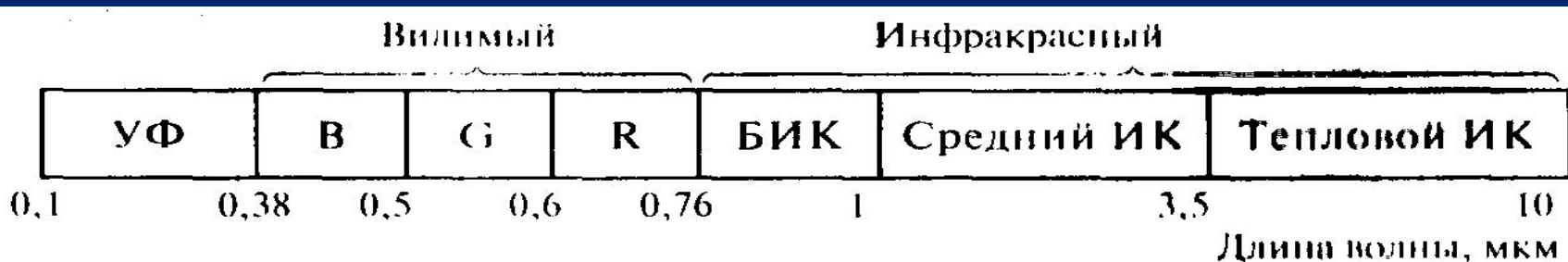
IV



Четвёртая стадия – стадия затухания роста оврага – отображается на снимках в виде плавной, широкой формы, как правило, покрытой растительностью

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

При дистанционном зондировании Земли из космоса используются оптический диапазон электромагнитных волн и микроволновый участок радиодиапазона. Оптический диапазон включает в себя ультрафиолетовый (УФ) участок спектра; видимый участок — синюю (В), зеленую (G) и красную (R) полосы; инфракрасный участок (ИК) — ближний (БИК), средний и тепловой.



Оптический диапазон электромагнитных волн

По формуле Планка поток энергии, излучаемой в состоянии термодинамического равновесия единицей поверхности абсолютно черного тела с температурой T в интервале длин волн $\lambda, \lambda + d\lambda$ будет

$$B(\lambda, T) = \frac{C_1}{\lambda^5} \cdot \frac{1}{\exp\left(\frac{C_2}{\lambda T}\right) - 1}$$

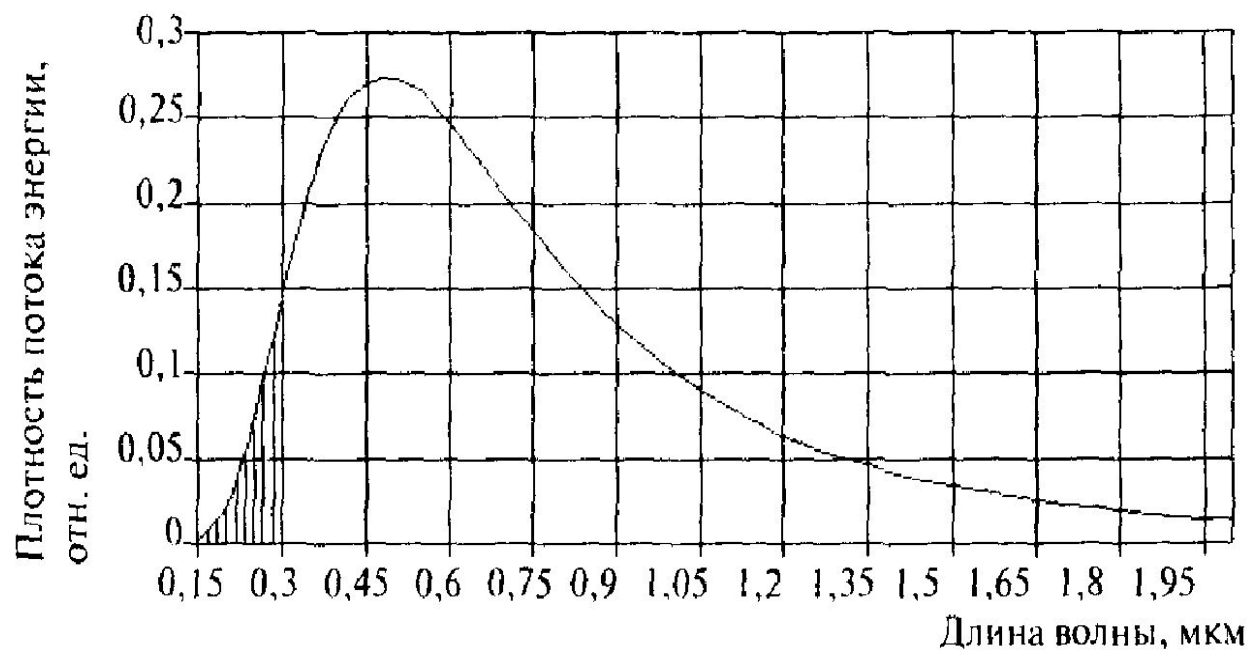
Здесь $C_1 = 3,7415 \cdot 10^8$ Вт-мкм⁴/м²; $C_2 = 14\,388$ мкм

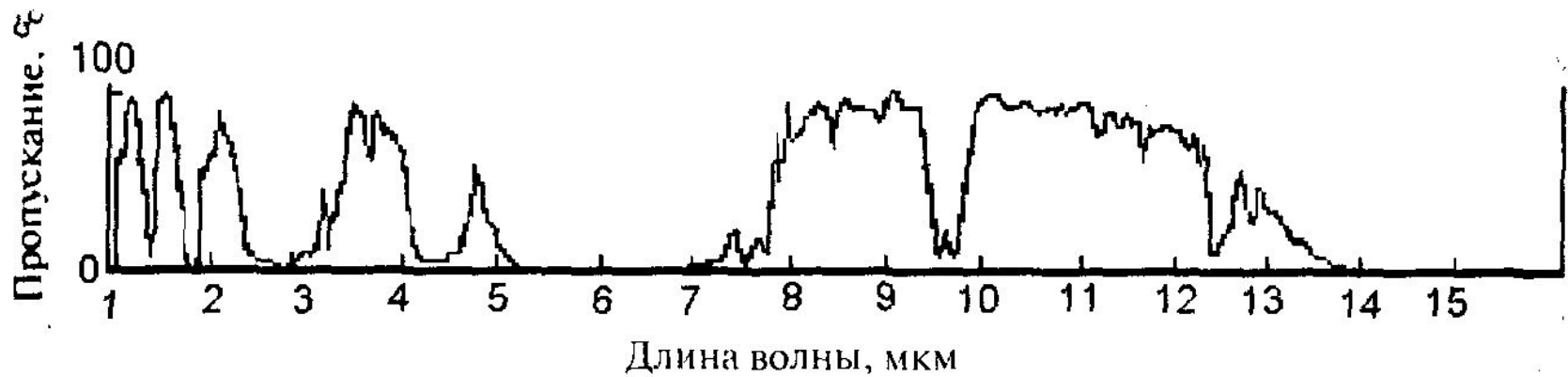
Полная энергия во всем интервале длин волн описывается формулой Стефана—Больцмана

$$\int_0^{\infty} B(\lambda, T) d\lambda = aT^4$$

где $\lambda = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{А} \cdot \text{д} \cdot \text{и}^{-2} \cdot \text{Е}}{\text{Е}}$

При наблюдении Земли из космоса при длине волны короче 2-3 мкм регистрируется энергия Солнца, отраженная и рассеянная поверхностью суши, воды и облаков. Температура поверхности Солнца равна 5785 К, максимум излучения приходится на 0,5 мкм. Озон, в небольшом количестве содержащийся в атмосфере, сильно поглощает ультрафиолетовое излучение с длиной волны короче 0,3 мкм, так что при наблюдении Солнца с поверхности Земли отсутствует коротковолновый скат кривой (заштрихован). В остальном реальный спектр Солнца мало отличается от рис. Глаз человека видит предметы в интервале длин волн 0,38—0,76 мкм, максимум чувствительности приходится на $\lambda = 0,5$ мкм.



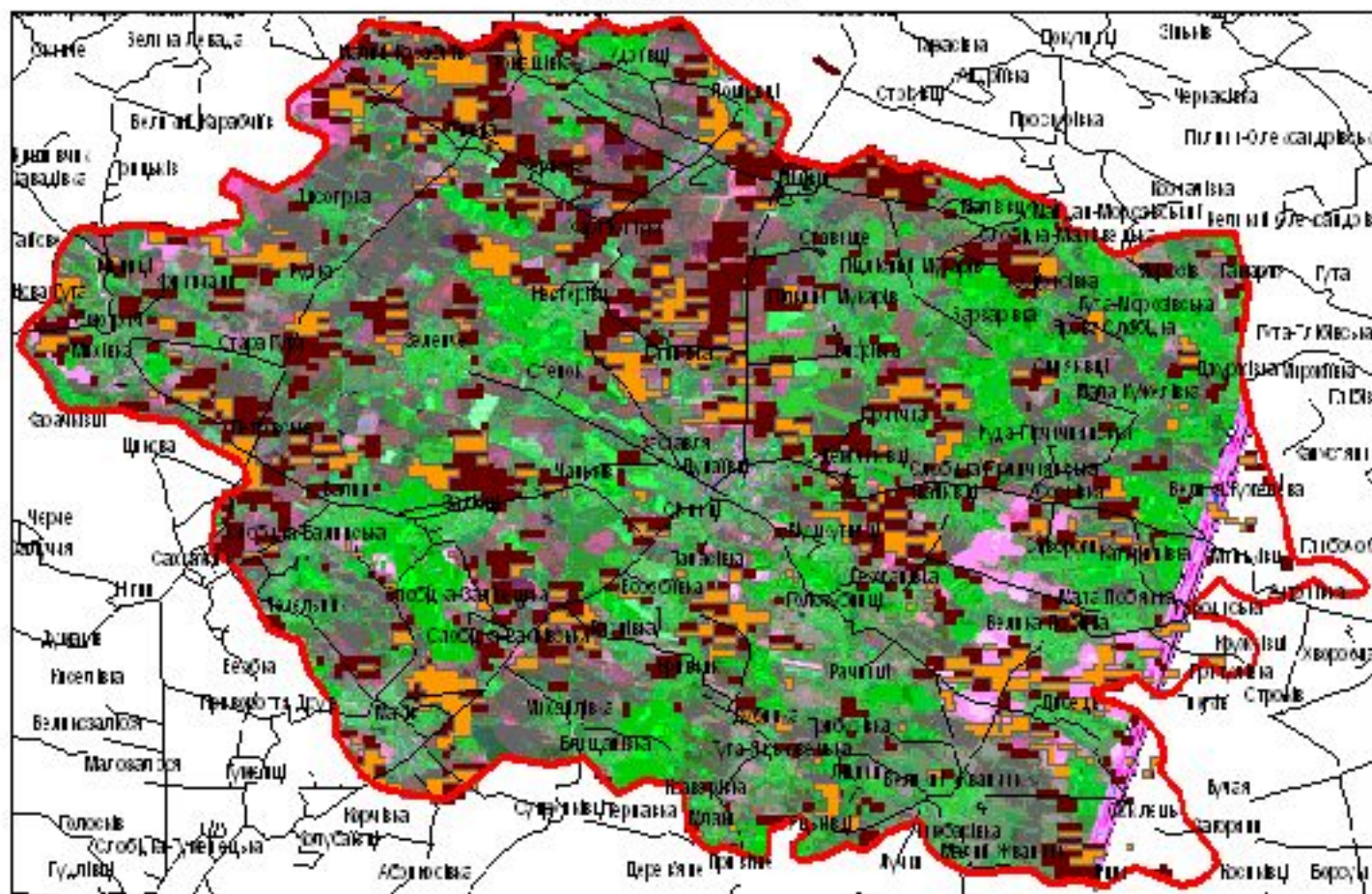


Окна прозрачности атмосферы в оптическом диапазоне

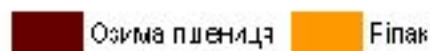
Ослабление атмосферой восходящего излучения от поверхности Земли в полосах прозрачности описывается объемным коэффициентом поглощения α , а рассеяние света молекулами газов, капельками воды, пылинками — объемным коэффициентом рассеяния δ . Оптическая толщина τ — это произведение объемного коэффициента ослабления света атмосферой на геометрическую длину пути светового луча. Если коэффициенты α и δ зависят от координаты то на пути между точками с координатами r_1 и r_2 справедливо выражение

$$\tau(r_1, r_2) = \int_{r_2}^{r_1} |\alpha(r) + \delta(r)| dr$$

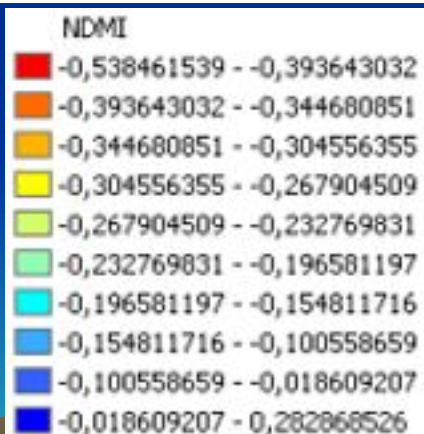
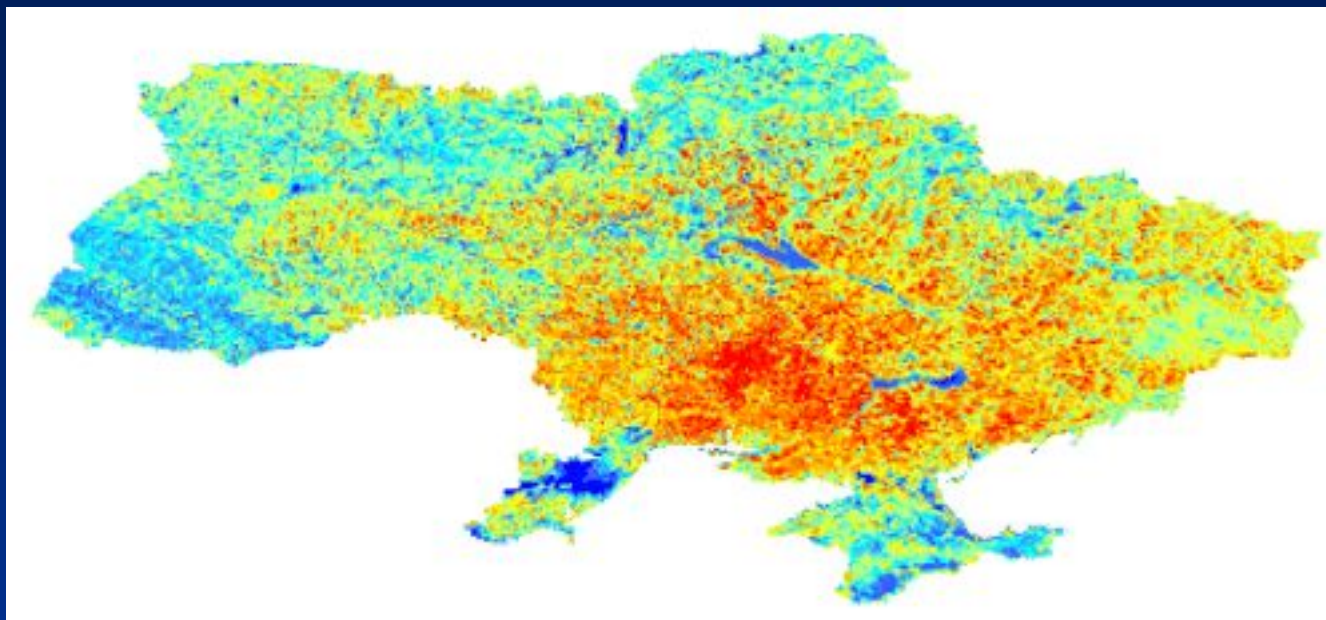
Карта озимих культур Дунаївецького району на 12.02.2008 р.



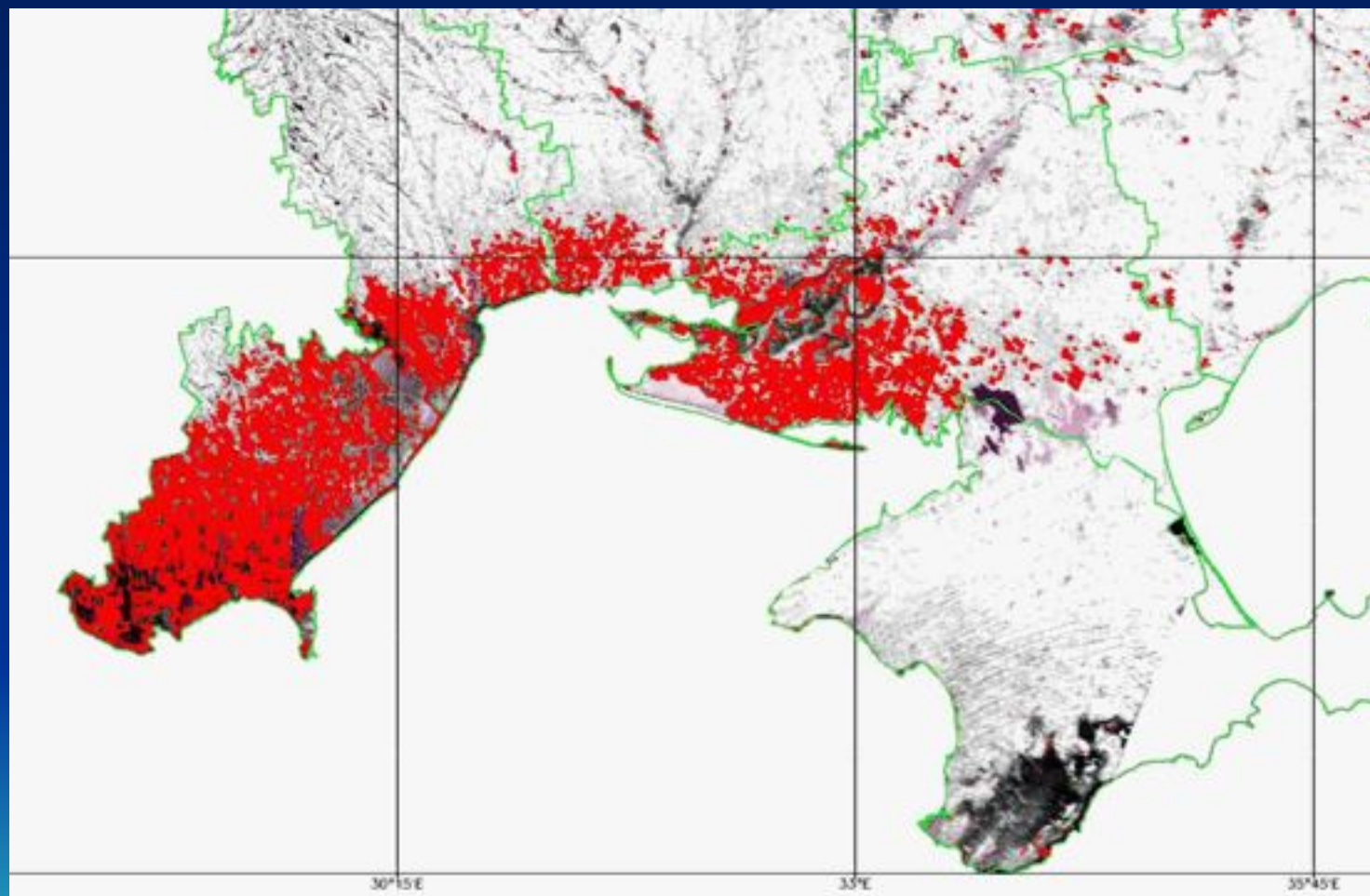
Легенда



Карта влагосодержания почвы на территории Украины за 23 мая 2007 года по данным КА Terra(MODIS).



Участки на территории Одесской области с наибольшей вероятностью
вымерзания сельскохозяйственных культур по данным КА TERRA(MODIS)
от 25 января 2006г

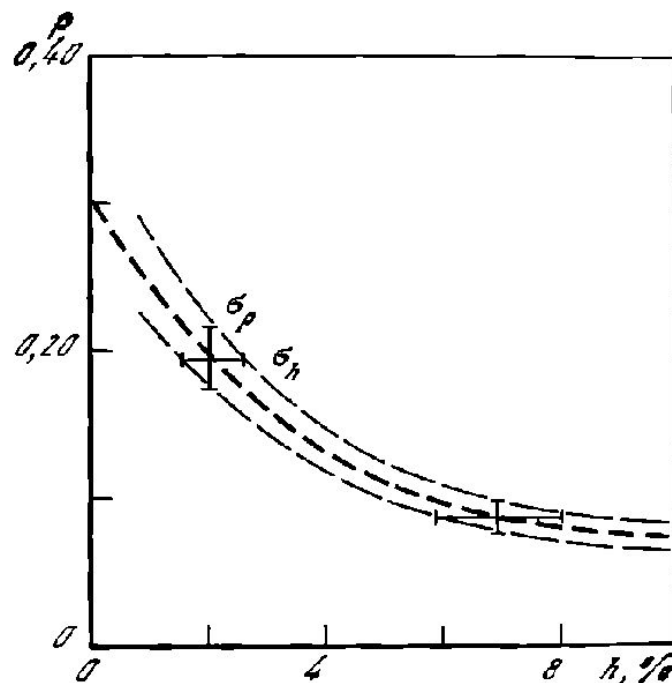
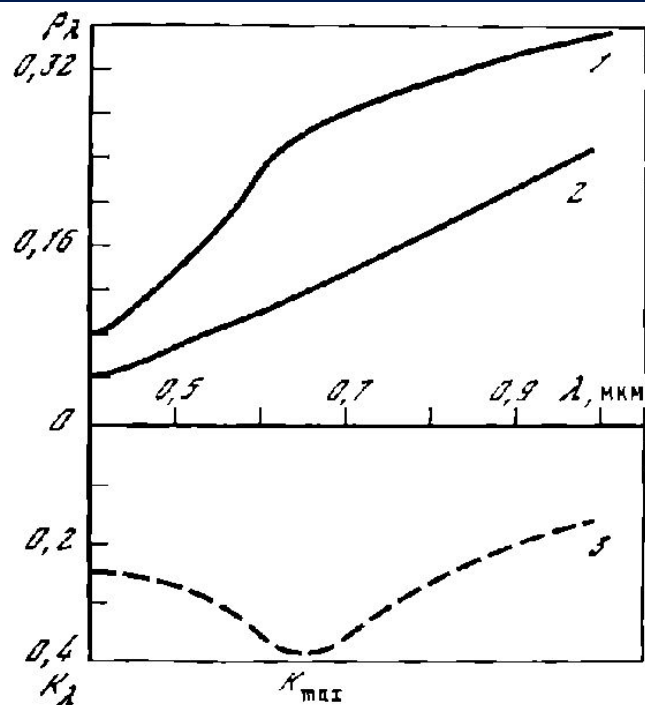


Физические основы определения содержания гумуса в почве

Теоретическую основу дистанционной индикации содержания гумуса в почве составляет связи спектральной отражательной способности с содержанием гумуса в воздушно-сухой почве в горизонте A_1 . Некоторые трудности в обобщении этих данных связаны с тем, различны оптические характеристики различных почв.

В видимой и ближней инфракрасной областях спектра 0,4— 1,2 мкм коэффициент яркости хорошо коррелирует и уменьшается с ростом содержания гумуса в почве. Наибольшие оптические различия между многогумусными почвами и безгумусными почвообразующими породами наблюдаются в дальней красной части спектра 0,68—0,70 мкм.





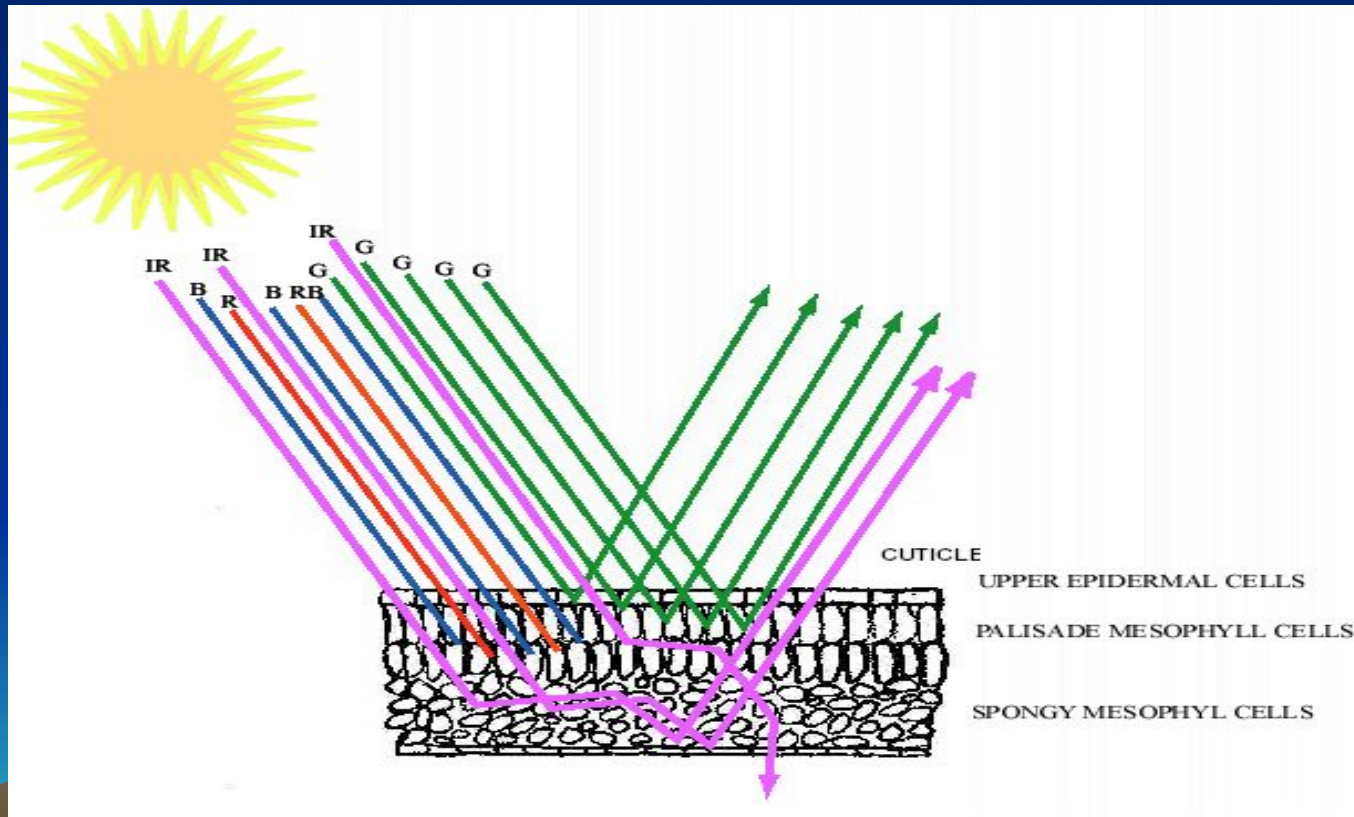
Спектральный коэффициент яркости ρ_λ почв

1 — безгумусная почва при $h = 0\%$, 2 — гумусированная при $h = 4,2\%$ [171], 3 — их оптический контраст K_λ

Форма связи коэффициента яркости ρ в оранжево-красной части спектра λ 0,6—0,7 мкм с содержанием гумуса h в поверхностном горизонте распаханых степных и сухостепных почв на лёссовидных суглинках в Северном Казахстане в пределах доверительного интервала дисперсии ρ — σ_p и h — σ_h

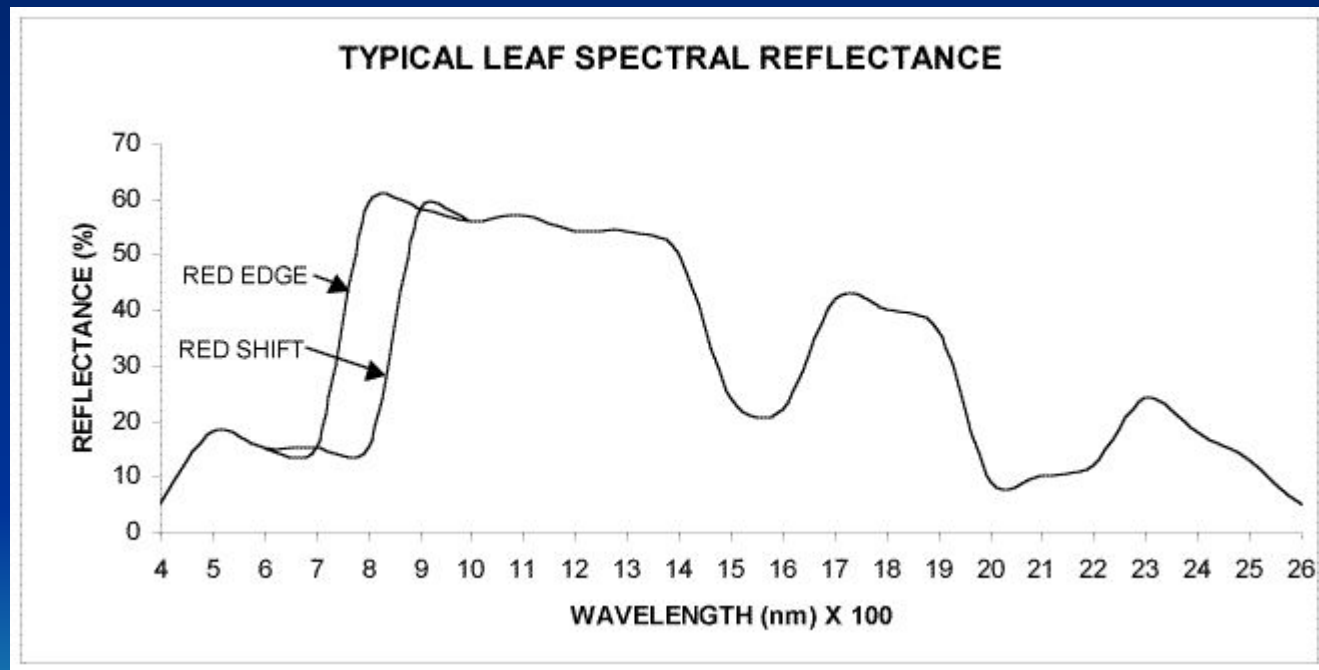
тонким слоем воскового покрытия клетки покрывают поверхность листа . Тонкие отверстия пронизывающие поверхность кожи называются устьицами. Устьицы окружены защитными клетками, которые вызывают открытие или закрытие указанных отверстий. Защитные клетки регулируют испарение воды из листьев, а также контроль газообмен между листом и атмосферой.

Взаимодействие между растениями и электромагнитным излучением



Резкое увеличение отраженной энергии как раз за красной областью видимого света в ближней ИК-области называют **красным краем** (резкое увеличение отражения вокруг волны 0,7 мкм .)

Расположение красного края не является статичным на протяжении всей жизни листа. По мере созревания листьев, хлорофилл будет поглощать несколько большие длины волны в видимой красной области. Это изменение положения красного края называют **красным смещением**.



Факторы стресса, такие как засуха, болезнь растения, сорняки, насекомые и другие повреждения повреждают растения. Это напряжение вызывает физиологические изменения растений. Спектральные характеристики поврежденных растений будут отличаться от нормальных растений на той же стадии роста. Одним из примеров физиологических изменений будут изменения в окраске листьев из-за хлороз. Желтый цвет (хлороз) вызывается разрушением хлорофилла. Отражение зеленого будет уменьшена, и отражает красный будет увеличиваться. Соотношение различных спектральных характеристик наблюдается оборудованием дистанционного зондирования, фактическое состояние растений, имеет решающее значение для точной интерпретации и идентификации культур травмы и стресса.



*К сожалению, мы с Вами успели рассмотреть только
маленькую часть всего комплекса вопросов относящихся
к ГИС технологиям.*

Я желаю Вам успешной сдачи сессии

НИ ПУЖА ВАМ!

